

221 (1) 221 (2)

221 (1) 221 (2)

エジプト・アラブ共和国

カイロ大都市圏都市用水開発計画

調査報告書

JICA LIBRARY



1061834163

昭和51年3月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日	'84. 3. 27
登録No.	405
	61.2
	FE

序

文

日本国政府は、エジプト・アラブ共和国の要請に基づき、同国のカイロ大都市圏都市用水計画にかかる基本計画策定のために必要な調査を行なうこととし、国際協力事業団が、この調査を実施した。

当事業団は、カイロ大都市圏の都市用水の不足を解消することが、民生の安定に寄与することが大であることを考慮し、昭和50年11月、現在の水不足を早急に解消しうる緊急対策を含め、基本計画を策定する調査団を現地に派遣した。

現地においては、エジプト・アラブ共和国の全面的な協力により、現地調査は極めて円滑に行なわれ、昭和51年1月現地において中間報告書説明を経て、今般国内作業の全てを終了し、ここに報告書の提出の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの進展に寄与し、エジプト・アラブ共和国とわが国との友好親善の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査にご協力とご援助をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

昭和51年 8 月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 法 眼 晋 作

要 約 と 結 論

一 般 状 況

エジプト・アラブ共和国の首都であるカイロ市は、カイロ県全域およびギーザ県とカリュービア県の一部より成る総面積 2,900 ㎞²に及ぶカイロ大都市圏として、西暦 2,000 年を目標に、その総合的な開発が計画されている。

最近の急激な人口増加により当該地域は厳しい都市用水の不足、特に 飲用水の不足 になやまされており、大カイロ水道庁はこの問題の解決に専念している。また日本政府も、カイロ市へ都市用水供給調査団を派遣して、上記水道庁に協力する方向と方法を策定すべく研究と調査をおこなわせて来た。

水道庁は、1980 年度を目標に、カイロの都市用水の需給をバランスさせる計画であり、現在カイロ市が直面している都市用水の不足を解決すべく緊急プロジェクトを進める一方、都市計画に基いて工業用水供給施設や健全な生活環境を維持する為の原水供給専用の揚水機場の建設にも着手している。

最近の水道庁予算の伸び率から見ても、エジプト・アラブ共和国政府が、カイロ市の都市としての機能と生活環境を維持する為、都市用水が持つ重要性を十分認識して、都市用水不足の解決を優先させていることが明かである。

現在この地域で生産供給されている都市用水の量は、約 2,300,000 m³/日である。しかし、2000 年における人口 1,500 万人に対する都市用水の要水量は上記の約 2.9 倍まで増大するであろう。

将来の都市用水を計画する場合、勿論全地域の総合的な計画には十分な考慮を払う必要があるが、地形的条件及び各地区に於ける現況の水供給システムを最大限活用して効果的な都市用水供給システムを実現する為には全地域を 5つの地区に分割して計画する必要がある。

原水供給施設の施工は、ナスルシティやヘルワン、ヘリオポリスのように施設が備わっていない地区では、できるだけ早期に着手するべきである。という地区に原水供給

をおこなえば必然的に浄水の使用の節約につながり、また原水供給施設は、豊かな緑をもってカイロ市の生活環境を改善する為にも不可欠なものである。このような見解によりカイロ市の都市用水供給事業は浄水供給と原水供給との2系統で進めて行くべきであると考える。

水道用水

カイロの浄水供給を概観すると、近年来水道庁は、水量の増強及び水質の安全性の両面に努力を払っていることが明かである、供給量は未だ必ずしも十分であるとはいえないが、1975年夏には、最大配水量は浄水施設の過負荷運転によって、約200万 m^3 /日の多さを記録するに至った。又深井戸の増設も水量増加の一役をこなうこと確かであった。

一方、処理水の安全性については、浄水場の水質研究室を総動員して、常時水質の安全に万全を期している。

ナイル河の水に近年藻類の多量発生が見られるようになってきた。実はこの藻類の除去は、カイロ水道の水質の当面問題なのである。この藻類は、浄水過程で除去すべきものであり、これまでに沈でん及びろ過に適したフロックを作るべく、数々の凝集試験がくり返されてきた。そのなかで、高分子凝集剤のナルコが助剤として採用されるに至ったが、ろ過池の閉鎖時間が短くなり過ぎるという問題が生じ、そのためにろ過量の減少を招くことになってしまっている。

維持管理についてみると、カイロでは、予備の部品をとりよせることが困難であるため、水道庁自身で大きな作業工場をもち、日常の修理業務、時には部品そのものの製作も行っている。すなわち水道庁の努力により、水道施設全般にわたり、正常な稼動状態を保持している。

今回の調査団は、水道施設の現況にかんがみ、またすでに水道庁により企図されている計画を包含しながら、紀元2000年を目標とした水道施設の長期計画を作成した。

大カイロ計画最高委員会によるカイロ大都市圏の都市計画マスター・プランは、目標年次を初期の1990年から国家総合計画に合せて2000年を目標とした将来プランである。そこで、水道の長期計画も、このマスター・プランに沿って方向づけることにした。

将来の給水区域を5区域に分け、区域ごとに家庭用水及び工業用水の原単位を設定して、将来の需要水量を算出し、長期計画を立てた。なおこの長期計画は、将来の状況の変化に応じて修正または改訂を重ねていく必要がある、そのために検討すべき資料についても指針を示した。

既存計画の検討及び現地調査の結果、早期に解決することが望ましい事項を緊急対策としてとりあげた。特に緊急を要する事業で、尚かつ用水量の供給に効果のある事業として、ヘリオポリス地区に供給するための配水管がある。これは、浄水場が現在の建設中で、1976年に完成する予定にもかかわらず、配水管は未着工であることから明らかなように、最も緊急性の高い事業であると言える。この他に南ギザやその他の浄水場の簡易な改良工事及び浄水施設の円滑運転対策等があり、費用の割りには効果が大きくしかもある程度の水量増加が見込めるものを取りあげることとした。また、水量及び水圧の増加に大きな効果のあると思われる、配水管の洗浄及び漏水防止作業また給水装置に若干の改善作業をも検討している。

原 水 供 給

カイロ市での原水供給の現状について調査・研究を行った結果、その市街地でかん漑の為に消費されている水量は約250,000m³/日と算出された。この内、約134,000m³/日が原水、残り約116,000m³/日が浄水の使用によるものと考えられる。しかし、上記の水量は、すべて控えめな係数を用いて計算した結果であるから、かん漑に消費されている浄水の量は、この数字以上であると考えられる。

かん漑で使用されている浄水116,000m³の内、約55,000m³は、ヘリオポリス地区に消費されている。従って現在水道庁は、この水を節約する為に、原水供給専用の揚水機場を建設中である。

また現在、急速に工業化が進められているヘルワン地区では、同じ目的のポンプが、すでに据付けられている。

上記より明かなように、水道庁はカイロ市に十分な飲用水と緑を導入することの重要性を、十二分に認識しており、すでに部分的に原水供給施設の計画あるいは施工を完了している。しかし、近年の異常な人口増加による浄水の不足の為に、水道庁は、浄水の確保

の為の対策にその総力を挙げて専念することを余儀なくされており、原水供給は後に残されている感もある。

しかし、これらの原水供給施設を建設することにより、少なくとも35,000m³の浄水が節約でき、更にこれはヘルワン地区の工業開発にも、大きく寄与するものと考えられる。

ナスル・シテイでは、新市街地として、カイロ市での人口増を吸収すべく開発が進められている。しかし、この地区は砂漠の中に位置する為、その生活環境は必ずしも良好とはいえない。従って、ナスル・シテイでは新たに原水供給の為の揚水機場を計画し、イスマリア運河の水を、丘陵地帯の標高140mの地点に建設する調整タンクへ揚水し、これより、住宅地の庭、緑地帯、菜園、官公庁地の庭及び大学のキャンパス等のかん漕を行う。

ヘリオポリス地区では調整タンク及び導水パイプラインを計画して、現況の浄水使用によるかん漕を、原水によるかん漕に切り替える。

ヘルワン地区でも調整タンクと導水パイプラインを計画する。

事業計画

この事業は、北東カイロ浄水場より、ヘリオポリスへ送水する浄水のパイプライン、および付帯関連施設、ヘリオポリス・ナスルシテイへ送水する原水のパイプラインおよび付帯関連施設と、テビン浄水場より、ヘルワン地区の一部へ送水する原水のパイプラインおよび付帯関連施設の工事でありその規模の概要は下記のとおりである。

	ナスルシテイ	ヘリオポリス	ヘルワン
浄水パイプライン			
口径 (mm)		1,200	
延長 (km)		9.8	
原水揚水機場 取水500mm×4台			
中継500mm×4台			
原水パイプライン			
口径 (mm)	1,200	1,350	500
延長 (km)	5.1	9.8	4.8

事業費の概要は下記の通りである。

	金額 (US \$)	パーセント	備考
外資部分	25,732,000	77	物量、物価の
内資部分	7,518,000	23	上昇を含む
計	33,250,000	100	

本事業の工期は、実施設計を含み24ヶ月で計画する。早期に施工が完了する地域では、施工開始後約18ヶ月で本事業の効果が現われるであろう。

事業評価

この事業によって、浄水200,000 m³/日、原水140,000 m³/日が増加となり、この量は現在量に対して浄水10%原水105%の増加となる。しかし実質的には浄水をかん灌で使用している量が原水に振り替るため浄水の実質増加は、235,000 m³/日で、12%の増加、原水は105,000 m³/日で現在の供給量よりも78%の増加となる。

既に建設中である施設（主に北東カイロ浄水場の建設費）の償還金と、新しい施設によって増加するであろう維持管理費の増加を推測すると、年間1,197,000米ドルとなる。一方この事業によって増加する水道料金（現行価格）によると、原水供給施設を建設した事による生産費の節約を合せると、この事業の効果は使用の少ない冬期や配水損失を考慮して、年間2,721,000米ドルとなる。また、現在の浄水供給の生産費は、現行水道料金の2倍になっている。従って現在の水生産費をもとに効果を考えるならば、年間の便益は3,982,000米ドルとなる。

上記の便益に対し、内部収益率（IRR）を求めると水道料金では5.51%となり生産費からは10.78%となる。

外資借入れ金を年金利3.5%4年据置き、25年返済とするならば、年返済金は1,680,000米ドルとなり、水道料金からは、返済が無理であるが、現在の生産費からみると充分に返済する事が出来る。また、年金利3.5%3年据置き28年返済とするならば、返済金は、1,507,000米ドルとなり水道料金によっても返済可能である。

また、この事業によって、事業地区の生活環境が改良される事が、社会指標によって明らかにされた。特に緑被率、CO濃度低減に効果が現われると共に、家庭経済に負担を

かけない為にも、原水供給施設が効果的であることが明らかにされた。

結 論

調査団は、水道庁が、現在進行中及び計画中のプロジェクトを最大の努力をもって推進させていることに、心からの敬意を表し、下記の事項を本報告書の結論とする。

- (1) 調査団が作成した緊急対策案を、水道庁が、立案中の計画に折り込み、一日も早く都市用水の供給量を需要量に到達させることを望む。
- (2) 藻類障害対策と水量増加を目的として、調査団が指摘した処理方法は、直ちに実験に移し、実用化することが望ましい。
- (3) 調査団が作成した長期計画は、将来の基本方針という形をとっているが、これは今後時勢の変化に応じて、定期的に改訂または修正を加えていくことが必要となろう。
- (4) 巻末に技術事項の「付属資料」を添付したが、これは水道庁の技術者が既存施設の改良及び新規施設の設計計画をずる際に、参考になるようにと心がけたものである。維持管理面で役立つものも含めであるが、なかでも「付属資料 A-2」の藻類対策は浄水処理に、直ちに益するところ大なるはずである。
- (5) 事業計画については、計画案であるために、今後詳細な調査と検討をおこない、現計画に不備の点があれば実施設計に於いて協議すべきであろう。

目 次

序 文

一 般 図

要約と結論

第 1 章 地域の現況

1-1 カイロの現況	1
1-1-1 経済的背景	1
1-1-2 自然条件	3
1-1-3 都市の現況	5
1-1-4 社会的背景	13
1-2 浄水供給施設	15
1-2-1 給水人口及び給水区域	16
1-2-2 生産水量と消費水量	18
1-2-3 水源とその水質	21
1-2-4 浄水場	24
1-2-5 地下水	29
1-2-6 配水施設	30
1-2-7 水道庁の組織	33
1-3 原水供給施設	36
1-3-1 現況施設とその地域	35
1-3-2 生産量と給水区域	36
1-3-3 供給施設のない地域	37
1-3-4 事業施工中の施設	38

第 2 章 都市用水基本計画

2-1 都市用水計画の基礎	40
2-1-1 都市計画の概要	40
2-1-2 将来人口の予測	42

2-1-3	都市緑地の予測	45
2-1-4	用水計画の基本構想	49
2-2	水道長期計画	52
2-2-1	給水区域区分とその人口	53
2-2-2	需要水量	57
2-2-3	水源確保と飲料水の水質基準	59
2-2-4	処理プロセス	63
2-2-5	長期計画の水道システム	65
2-2-6	概算建設費および工事計画	74
2-2-7	長期計画の補完	76
2-3	原水供給の将来構想	79
2-3-1	原水供給の役割	79
2-3-2	緑地の効果	80
2-3-3	樹種の検討	81
2-3-4	必要用水量の予測	82
2-4	都市用水量の検討	85
第3章 水道緊急対策		
3-1	緊急改良措置	87
3-2	浄水施設の改良	88
3-2-1	南ギザ浄水場	88
3-2-2	カフル・エル・エルウ浄水場	88
3-2-3	ロード・エル・ファラグ浄水場	89
3-2-4	概算工費	93
3-2-5	その他の改善措置	93
3-3	工事工程	97
3-4	対策事業の効果	99

3-4-1	緊急改良措置の効果	99
3-4-2	前期事業による効果	100
3-5	緊急事業の選定と概要	101
3-5-1	事業の選定	101
3-5-2	事業の概要	101
第4章	原水供給緊急計画	104
4-1	計画の基本方針	104
4-1-1	地域の選定	104
4-1-2	用水量の決定	106
4-1-3	かんがい方法	107
4-1-4	住血吸虫の対策	108
4-2	施設規模の算定	110
4-2-1	ナスルシティの計画	110
4-2-2	ヘリオボリスの計画	111
4-2-3	ヘルワンの計画	112
4-3	施設の基本計画	113
4-3-1	揚水設備及び取水装置	113
4-3-2	ウォータハンマーの検討	121
4-3-3	送水管	127
4-3-4	調整タンク	129
第5章	緊急事業計画	131
5-1	事業概要	131
5-2	概算事業量	133
5-2-1	ヘリオボリス・ナスルシティ送水施設	133
5-2-2	ナスルシティ送水施設	134
5-2-3	ヘルワン送水施設	135

5-3	実施計画	136
5-3-1	施工計画	136
5-3-2	事業費	139
5-3-3	実施のためのコンサルタント業務	141
5-4	事業評価	142
5-4-1	経済費用	142
5-4-2	生産効果	142
5-4-3	経済評価	143
5-4-4	社会的評価	146
付属資料G 全般		
G-1	調査団名簿	149
G-2	エジプト・アラブ共和国カウンターパート名簿	150
G-3	調査団行動記録	151
G-4	資料リスト	156
G-5	SCOPE OF WORK 写	159
付属資料U 都市計画関係		
U	カイロ大都市圏第一次総合計画概要報告書	165
付属資料A 上水関係		
A-1	水道施設に関する調査団所見	211
A-2	ナイル河原水中の藻類処理	217
A-3	カイロ水道庁の飲料水水質基準	243
A-4	地下水中の鉄及びマンガンの除去	249
A-5	効率をよくするための沈でん池の改造	253
A-6	配水管路の設計法	269
A-7	無効水量の防止対策	276
A-8	水道施設の制御システム	289

付属資料R 原水関係

R-1	気象資料	292
R-2	ウォーターハンマー参考資料	293
R-3	ダクティル管継手	313
R-4	住血吸虫の概要	317

付属資料O 事業計画

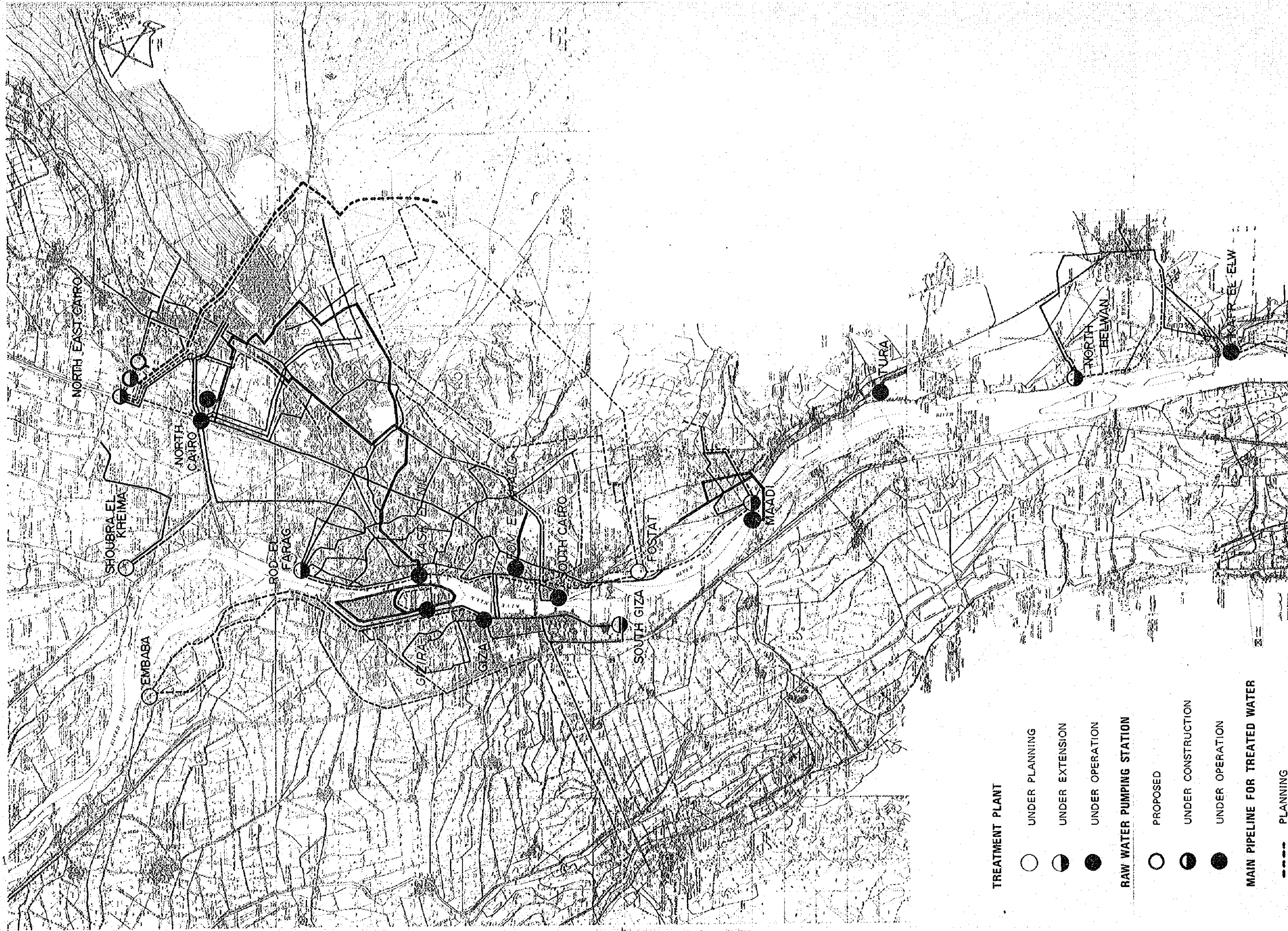
O-1	ポンプ施設の仕様	322
O-2	事業費内訳	335
O-3	社会的評価	340
O-4	計画図	354

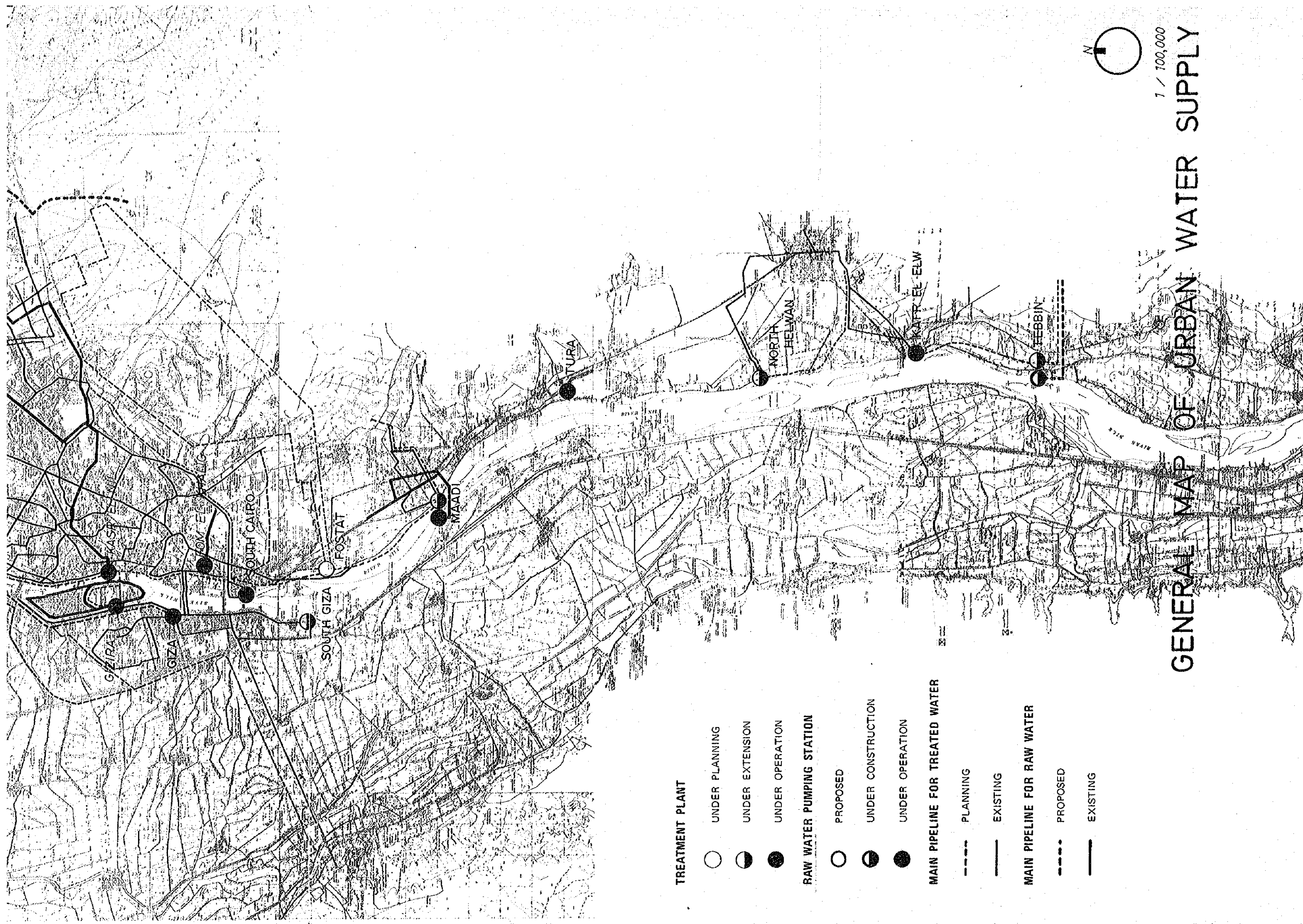
政府機関邦訳名、省略記号、換算率

A.R.E.	The Arab Republic of Egypt	エジプト・アラブ共和国
G.C.W.O.	The General Organization for the Greater Cairo Water Supply	大カイロ水道庁
M.H.C.	The Ministry of Housing and Reconstruction	住宅・復興省
O.P.P.	The Organization of Physical Planning	計画庁
C.A.M.S.	The Central Agency for Public Mobilization and Statistics	動員・統計局
km	kilometer	キロメートル
m	meter	メートル
cm	centimeter	センチメートル
mm	millimeter	ミリメートル
km ² , sq-km	square kilometer	平方キロメートル
ha	hectare	ヘクタール
m ² , sq-m	square meter	平方メートル
cm ² , sq-cm	square centimeter	平方センチメートル
m ³ , cu-m	cubic meter	立方メートル
ℓ	liter	リットル
cm ³ , cu-cm	cubic centimeter	立方センチメートル
d.	day	日
hr	hour	時 間
m, min	minute	分
s, sec	second	秒
kv	kilovolt	キロボルト
v	volt	ボルト
ka	kiloampere	キロアンペア
a	ampere	アンペア
kw	kilo watt	キロワット
Hz	Hertz	ヘルツ
HWL	High Water Level	高水位

LWL	Low Water Level	低水位
ϕ	Diameter	直 径
ℓ/c/d	liter per capita per day	リットル／人／日
ppm	parts per million	百万分の一
pH	potential of Hydrogen	水素イオン濃度
Fig	Figure	表
Tab	Table	図
US\$	US dollar = LE 0.385	米ドル = 0.385 エジプトポンド
LE	Livre Egyptienne	エジプトポンド = US \$ 2.60
¥	Japanese Yen	日本円、US \$ 1.00 = ¥ 800 LE 1.00 = ¥ 779

1300-1
XIII
2





TREATMENT PLANT

- UNDER PLANNING
- ◐ UNDER EXTENSION
- UNDER OPERATION

RAW WATER PUMPING STATION

- PROPOSED
- ◐ UNDER CONSTRUCTION
- UNDER OPERATION

MAIN PIPELINE FOR TREATED WATER

- PLANNING
- EXISTING

MAIN PIPELINE FOR RAW WATER

- PROPOSED
- EXISTING



1 / 100,000

GENERAL MAP OF URBAN WATER SUPPLY

第1章 地域 の 現 況

1-1 カイロの現況

1-1-1 経済的背景

カイロ市は、エジプト・アラブ共和国の首都であるばかりでなく、アフリカ大陸への最大の玄関の一つであり、同時に、「カイロの繁栄は中東諸国の繁栄を意味する」といわれているように、中東諸国にとっても重要な役割を持った都市である。また5,000年の古い歴史を持つエジプトには毎年多くの観光客が訪れており、特にカイロは、ギザのピラミッドで代表される、世界的な観光都市でもある。

サダト大統領は、1971年に独創的かつ現実的な政策、即ち、経済の自由化政策を打ち出した。

同大統領は、その政策を遂行する為に、着々と準備を進める一方、1973年の10月戦争で大きな成果をおさめ、これによって国民の志気を高揚させると共に、優れた政治的判断により米国の幹施を受け入れて、イスラエルと停戦協定を結んで、和平への道を開き、これによって国民経済の立て直しを急ピッチで進めてきている。

1974年4月には外国投資フリー・ゾーン法が制定され、アラブ国際経済協力庁が、その主要機関として設立された。1975年6月には、8年ぶりにスエズ運河が再開され、諸外国との共存による経済開発が進められている。

対外的にも、上記の事業の進捗につれて、エジプト・アラブ共和国の和平を希望する姿勢を、世界の国々が認識するところなり、隣接国からのアラブ・ドルによる協力、アメリカとの国交回復、西ドイツ、フランス、日本等の経済協力等、諸国からの協力を得て、経済開発計画は順次進展しつつある。

しかし一方この歩みは依然遅々たるものであり1972年のGDP（国内粗総生産）が3,002,000,000 Eポンドに対し、1973年は3,120,000,000 Eポンドで伸び率は3.2%であった。また、国際収支は、

	1972	1973	1974	(単位100万US\$)
輸 出 (FOB)	901.9	1,010.6	1,667.4	

表1-1 1975年投資計画

(単位: 100万ポンド)

部 門	公 共 投 資		民 間 投 資		合 計	
	金 額	%	金 額	%	金 額	%
農 業	45.1	4.8	5.0	5.1	50.1	4.8
かんがい・排水	42.8	3.9	1.0	1.0	43.8	3.7
鉱 工 業	196.3	18.6	31.1	31.7	227.4	19.7
石 油	82.4	7.8	—	—	82.4	7.2
建 設	27.1	2.6	0.5	0.5	27.6	2.4
電 力	45.7	4.3	—	—	45.7	4.0
小 計	438.9	41.5	37.6	38.3	476.5	41.8
運 輸・通 信	388.2	36.8	4.8	4.9	393.0	34.1
商 業・金 融	11.7	1.1	1.0	1.0	12.7	1.1
小 計	399.9	37.9	5.8	5.9	405.7	35.2
住 宅	109.1	10.4	53.0	54.0	162.1	14.1
公 共 施 設	38.6	3.7	—	—	38.6	3.3
教 育・科 学	25.9	2.4	0.4	0.4	26.3	2.3
保 健	8.1	0.8	0.1	0.1	8.2	0.1
その他サービス	35.5	3.3	1.2	1.3	36.7	3.7
小 計	217.2	20.6	54.7	55.8	271.9	23.5
合 計	1056.0	100	98.1	100	1154.1	100
外 国 資 金	453.7	41.8	32.0	32.6	467.7	40.6

(出所 計画省)

輸 入 (F O B)	1, 4 2 6. 0	1, 5 8 6. 9	3, 1 9 4. 6
-------------	-------------	-------------	-------------

収支バランス	△ 5 2 4. 1	△ 5 7 6. 3	△ 1, 5 2 7. 2
--------	------------	------------	---------------

であり、引続き大きな赤字を示しているが、輸入増の大きな理由は、経済開発建設のための、資機材の輸入、および国民生活物資の輸入の急増によるものであって、その赤字の大部分は、アラブ諸国が、その他外国からの経済協力によってカバーされている。この事はエジプト経済の開発が急ピッチにスタートしたことを示している。1975年の、公共および民間の投資計画（表1-1参照）は、平和を前提とし、経済の自由化、外国からの経済援助の受入、を2本の柱として、エジプト経済の復興と発展を推進し、新しい社会主義国家を建設しようとするサダト政策の意欲を示しているものといえよう。

1-1-2 自然条件

カイロ市は、北緯30度3分東経31度15分に位置し、ナイル河をはさんで都市が形成されている。この位置はナイル河が狭谷に別れをつけ、平野部に流れ込む地点であり、カイロ市より下流部は扇状地となっている。

カイロ市は西暦640年にナイル河の右岸に町が建設されたが、次第に都市が拡大し、19世紀中頃になり、都市は膨脹の一途をたどりナイル河に沖積部のみでなく現在では右岸の高台の砂ばく地帯にまで広がっている。

カイロ市の地質は、母岩は石灰岩（Lime stone）よりなり、鮮新世堆積物（Pliocene Valley Fill）の上に市街が出来上っている。（地質断面図1-1参照）

水量の豊富なナイル河と同様、この地域では地下水も豊富であるが、最近では下水施設の不完備により、地表下約4mにある地下水層は汚染されてきている。しかし地下30m～60mの深層地下水は水質も良好であり、水量も豊富である。またカイロ市の南部の工業地帯ヘルワンには被圧地下水が生じ、市民の憩いの場となっている。

ナイル河はアフリカ大陸の赤道直下ビクトリア湖に源を発し、白ナイル約5,500kmを流れてこの地域に達している。この間に青ナイル、黒ナイルを合流し、急流、湿地、熱帯の狭谷を通り、最後に大サハラ砂漠を縦断して流れている。

アスワンダム地点における年間流入水量が約800億m³とされているが、これによ

よると、カイロ市付近においては、毎秒 $1,500 \sim 2,000 \text{ m}^3$ の水量が流下していると考えられる。

この河の水量は、アスワン・ハイダムの建設によって、洪水調節がされたために、現在カイロ市付近では、ほとんど水量が一定している。

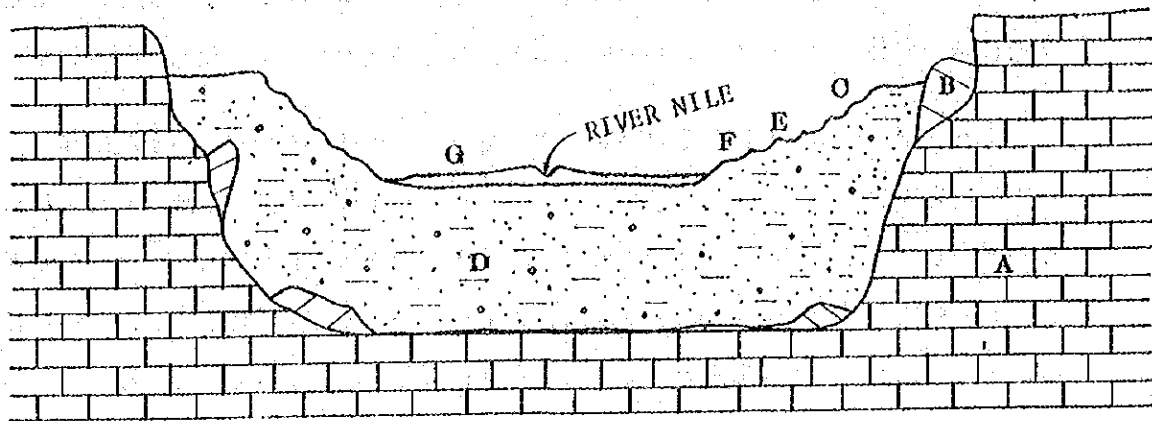
反面、ナイル河や運河に発生する水草（ウォーター・ヒヤシンス）の、洪水による自然除去がなくなったため、水路断面の減少を来し、水草の除去に労を要する結果となっている。また、水中の無機質量の増大や、プランクトン、特に藻が多く発生して来ている。

この地域は、緯度的には亜熱帯地方に属するが、周辺を砂漠に囲まれているために昼夜の気温差が大きい。年間で最も気温の高い7月は、月平均最高気温が 35°C 、月平均最低気温は 20°C である。また、最も気温の下る1月においては、月平均最高気温 20°C に対し最低は 9°C である。

この地域の雨量は年間 25 mm 前後であり、雨相は短時間で集中的に又極地的に降る様相をもっている。また、20年又は30年に1度、強烈な雨が降る事もあり、この場合家屋の倒壊も生じている。また、湿度は低く、5月で月平均 42% 、最も高い11月で月平均 63% である。

4月、5月の時期になると、カイロ市の周辺の砂漠から吹きつけるサンドストームに見まわれる。この時期にはカイロ市は砂ほこりに覆われ、砂漠地域では風速が月平均約 9 m/sec と最も強い。しかしながら常時は比較のおだやかな微風である。エジプトアラブ共和国の気象庁の責任者の話によれば、アスワンハイダムの完成によって、アスワン地方の気象に変化が生じたとのことであるが、カイロにおいては、ダムより約 950 km も離れているために、何ら気象に変化は生じていない。

図1-1 地質断面図



Legend

- A) Eocene Limestone
- B) Slipped Blocks of Limestone
- C) Upper Terraces above the flood plain
- D) Pliocene Valley Fill
- E) Middle Terraces
- F) Lower Terraces
- G) Upper and Lower Silts

1-1-3 都市の現況

(1) 概 要

カイロは、既に述べたように、世界的な観光都市であるばかりでなく、エジプトアラブ共和国の、政治、経済、商業、工業、さらに教育、文化の中心であり、中近東アフリカ諸国の中にあって、最も重要な都市である。

現在、カイロと一般に総称されている地域は、カイロ市の他に、ナイル河左岸の、ギーザ市 (Giza) や、右岸のショブラ・エル・ヘイマ (Shobra El Kheima)、ヘリオポリス (ミスル・エル・ガディーダ=Misr El Gadida)、マアディ (Maadi)、ヘルワン (Helwan) の各市を含む地域をいい、ナイル河に沿って南北に、また、ヘリオポリスーピラミッドを結ぶ北東ー南西の方向に発展しつつある。

ギーザ市や、右岸のヘリオポリス市 (現在のナルス市=Nasr City を含む)、マアディ市は、主として、住居地域となっている。また、南部のヘルワン市、北部のショブラエルヘイマ市およびその隣接地域は、工業地帯として、共和国の中でも重要な位置を占めている。

右岸のカイロ市の中央部は、官公庁、商業、業務地区として、カイロの中心地区を構成している。この周辺部は、中小の工場や、倉庫、事業所、住宅等が、混然としており、交通体系の未整理および人口の爆発的急増が、多くの箇所をスラム化している。

19世紀の中頃より、急激な発展を遂げたカイロ市は、その都市的膨脹に従い、周辺の市町村を吸収し、一体化して来ている。そのため、産業、経済、生活、と言ったあらゆる側面から、カイロ市は、周辺の市町村と相互依存の関係にあり、もはや一つの独立の都市として存在するのではない。すなわち、カイロについて言及される時は、これら周辺市町村を含めたカイロ大都市圏としてとらえられねばならなくなって来ている。

(2) カイロ大都市圏の範囲

エジプト政府が、公式的に定めているカイロ大都市圏の範囲は、カイロ市を含むカイロ県全域と、隣接するギーザ県およびカリュービア県の一部であり、その行政区分は表1-2および図1-2に示すとおりである。

表1-2 行政区分、市町村、および県名

番 号	行 政 地 区 名	市 町 村 名	県 名
1	エル・アスパキア	カ イ ロ 市	カ イ ロ 県
2	エル・ガマリア	〃	〃
3	エル・カリファ	〃	〃
4	エル・ダルブ・エル・アハマル	〃	〃
5	エル・ゼイトウーン	〃	〃
6	エル・シヤヒール	〃	〃
7	エル・サイダ・セイナブ	〃	〃
8	エル・ザヒール	〃	〃
9	エル・マタリア	〃	〃
10	エル・マアディ	マ ア デ ィ 市	〃
11	エル・モスキ	カ イ ロ 市	〃
12	エル・ワイリー	〃	〃
13	バブ・エル・シヤリア	〃	〃
14	ブラーク	〃	〃

番 号	行 政 地 区 名	市 町 村 名	県 名
15	ヘルワン	ヘルワン市	カイロ県
16	ロード・エル・ファラグ	カイロ市	〃
17	シヨブラ	〃	〃
18	アペディン	〃	〃
19	カスル・エル・ニル	〃	〃
20	ミスル・エル・ガディーダ	ヘリオポリス市	〃
21	ミスル・エル・カディーマ	カイロ市	〃
22	エル・ノズハ	ヘリオポリス市	〃
23	エル・ギーザ	ギザ市	ギザ県
24	エル・ドッキ	〃	〃
25	エル・アハラム	〃	〃
26	エンババ	〃	〃
27	エル・アゴザ	〃	〃
28	エル・ハワムディア	ハワムディア市(町)	〃
29	ギザ地方村落	11 ケ 村	〃
30	エンババ地方村落	36 ケ 村	〃
31	エル・パドラシエン	パドラシエン市(町)	〃
32	パドラシエン地方村落	16 ケ 村	〃
33	エルサフ地方村落	4 ケ 村	〃
34	シヨブラ・エル・ヘイマ	シヨブラ・エル・ヘイマ市	カリュービア県
35	カリューブ	カリューブ市(町)	〃
36	カリューブ地方村落	15 ケ 村	〃
37	シェビン・エル・カナール地方村落	10 ケ 村	〃
38	ハンカ	ハンカ市(町)	〃
39	ハンカ地方村落	11 ケ 村	〃
40	エル・カナール・エル・ハイレイヤ	エル・カナール・エル・ハイレイヤ市	〃
41	エル・カナール・エル・ハイレイヤ地方村落	21 ケ 村	〃

カイロ大都市圏に該当する地域の面積は約 2,900 Km² に及び、その概要は次の通りである。

表 1-3 土地利用現況

砂漠、荒地	約 1,680 Km ²
農地	“ 880 Km ²
市街地	“ 260 Km ² (軍用地を含む)
水域	“ 80 Km ²
計	2,900 Km ²

(3) 人口

カイロ大都市圏の人口は、1897年には約98万6,000人であったものが、現在(1975年)には、およそ、800万人~850万人と推測されている。

特に1952年のナセル革命以来国家5ヶ年計画がはじまり、それに伴う工業化が急速に進展したため、当該地域への人口流入が激化した。そのため、1960年から1966年までの5.7年間ににおける人口増加率は、年4.28%に達し、中でも、カイロ県以外のギザ市、シヨブラ・エル・ヘイマ市に於けるそれは、7.1%にも達している。

カイロ県の中心部のいくつかの地区では、人口の減少が見られ、他方、ヘルワン、ヘリオポリス等では人口の増加率が高く、ドーナツ化現象が見られる。農地や、荒地、砂漠をのぞいた、市街化地域の人口密度について見ると、最も高いバブ・エル・シャリア地区では1,188人/ha、最も低いノズハでも86人/haで、カイロ県の平均は326人/haに達している。また、ギザ県、およびカリュービア県の市街化地域における人口密度は、それぞれ300人/ha および266人/haであり、カイロ大都市圏全体の平均では314人/haとなっている。(市街化地域面積に対する人口密度)

(4) 市街化地域の土地利用現況

カイロ大都市圏の市街化地域は、カイロ県のほぼ全域と、シヨブラ・エル・ヘイマ市、ギザ市とからなる主要部分と、周辺に分散する各市町村の中心部とで構成されている。

(図1-2参照)

主要市街化地域は、ヘリオポリスーピラミッドを結ぶ北東-南西の方向と、ナイル西岸、および東岸で、それぞれ南北に発展を続けており、ナイル川と、旧カイロ市東側の急

峻なムカッタムの丘の存在という、自然条件が、その発展の方向に大きく関係している事がわかる。カイロ大都市圏の市街化地域、約260km²の現在の土地利用の概要は次のとおりである。

表1-4 市街化地域土地利用率

都市中心部	商業、金融、行政の中心	6.0%
中間地域	都市中心部の活動を補助するための各種のサービス機能を持った地域	2.5%
住居地域		34.5%
サービス地域	各種都市サービス（公共公益施設）のための用地	15.0%
工業地域	ヘルワン、シヨブラ・エル・ヘイマに集中している。	13.5%
墓地		2.5%
軍および政府用地		26.0%
計		100%

主要市街化地域は、部分的な街区計画以外には、全体的計画が行なわれずに、自然発生的に膨脹して来たため土地利用は複雑で、多目的な利用が行われていると同時に、同種の用途に利用される土地が、無計画に分散している。したがって、都市を構成する道路、建物等は、機能的に配置されているとは言い難く、建物の形態、種類、階数等がバラバラで、望ましい街区構成を持っていない。

近年の、社会、経済の急激な発展は、都市に新たな機能を要求すると同時に、急激な人口増加を招来し、住宅不足や質の低下や、公共施設の機能低下が起こり、土地利用の複雑化は一層その程度を増大している。

(5) 供給処理施設

1) 下水処理施設

カイロに於ける下水処理施設は、1914年にはじめて敷設された。

この時、1932年の目標年次に対して、処理人口96万人、1日1人当り処理量50ℓとして計画されたが、1932年における排水量は、91,000 m³/日と、約2倍となった。このため、処理能力の増強等が行われて来たが、長期的な見通しに立った計画が立てられなかったため、常に需要が先行し、1964年には状態は最悪となった。その

ため、1985年を目途に総合計画の立案が検討された。

現在、下水処理施設はカイロ市、ギザ市、ヘルワン市の三地区に分けられている。1969年におけるそれぞれの地区の処理需要量は、1日につきカイロ市78万 m^3 、ギザ市11万 m^3 、ヘルワン市2万 m^3 で、下水道敷設区域全体で91万 m^3 に達する。また処理能力は、全体で、120万 m^3 あり、需要に対応していると言えるが、下水道が敷設されている建物は、当該地域の全建物のうち、44%であるため、今後の爆発的な需要増加が予測され、それに対しては充分ではない。

カイロの下水処理の方法についてみると、ポンプまたは自然排水で集められた汚水が、ポンプステーションから主要集下水場および、幹線下水道に集められ、市街化地域の外側にある、いくつかの排水農場へ送られている。これらの汚水は、人工的に浄化され排水されているのか、汚水のまま、地下浸透させて自然浄化させているのかは、不明である。

2) 上水供給施設

1865年に最初の水道が設置されて以来、都市の発展と共にその施設の拡充が行われて来たが、公共水道より給水されている建物は、1964年では全体の50%であった。

上水供給施設の現況については、1-2で詳述したので参照されたい。

3) 電力供給

カイロ大都市圏の市街化地域においては、電力供給を受けている建物は、1964年には、全体の57.3%であった。これは、現在の正確な値は不明であるが、需要に対して、十分な値から程遠い、と推測される。

(6) 交通・運輸

カイロ大都市圏の交通は、陸上交通のうちの道路交通が主体であるが、市街化地域における道路率は、約20%で、世界主要都市の平均30%前後に比較して大変低い。1人当たりの車輛の保有台数も、開発途上国であるエジプトは、先進諸国より少いが、手押し車、荷馬車から、一般自動車、トロリーバス路面市街電車、等路上の交通機関の種類が多彩で、さらに、都市近郊電車が路上を走るところもあり、市街地における昼間の交通状態は極め

て悪い。

また、このような多種類の交通機関は、当然その固有の速度は異なる訳であるが、車線の指定や、交通整理の状況も悪く、さらに交通法規を遵守すると言う風習に欠ける面がある。1966年における、都市中心部の屋内屋外駐車場面積は、合計で45,600m²と約1,500台分のスペースしかなく、業務地区において、貨物の積おろしのためのスペースがほとんどない事等から、路上駐車は、ほとんどすべての道路について一般的であり、中には、2列、3列駐車を行っているところもある。都市中心部における、ほとんどすべての道路が、駐車禁止の指定を受けている事は言うまでもない。

1966年における乗用車台数は、タクシーを含めて約7万台、バス輸送量は1日300万人であったが、10年後の現在、乗用車台数は大巾に増加していると考えられる一方、道路率はほとんど変化していない。そのため、たとえ、乗用車、バス等の台数が増加し大型化したとしても、それに伴う交通混雑度のほうが大きく、輸送能力は、逆に低下しているとさえ考えられる。

(7) 諸都市施設

1) 公園緑地

カイロ大都市圏の1人当りの公園緑地面積は、1.6m²で、諸外国諸都市と比較するまでもなく大変小さい。計画・執行局の行った調査によると、カイロ市中心部の地区では、緑の多いナイル河の中の島、ザマレク（約40%の土地がスポーツクラブとなっている）を含む、カスル・エル・ニル地区の緑地率が、22%である以外は、いずれの地区でも、5%前後である。

カイロにおける都市緑地の分布は、外国統治下にあった時代に計画された地区においては、量的には、十分な緑地を持っていると言える。たとえば、上記のザマレクであり、マアディ、ヘリオポリスの古い部分、およびドッキ地区である。しかしながら、市街化地域全体について見るならば、約5%と過小である。特に、住居地域における、児童公園や近隣公園等が少なく、反面、特別な会員のみ門戸が開かれている、クラブや記念建造物用地の緑地の占める割合が大きく、本来の意味の公園や公共の緑地の率は、5%の数値の中で、さらに小さいと考えられる。

2) 教育施設

エジプトに於ける義務教育は、小学校の6年間であるが、これの就学率が約75%、中学校は約50%であるにもかかわらず、ほとんどの小・中学校で2部制授業が行われている。この事は、教育施設の絶対的不足を示している。

カイロ大都市圏、特に密集地域では、校地面積と建物の建築面積の等しい、すなわち運動場や、校庭の皆無の学校や、元来教育施設以外の目的に建てられた施設を、学校として使用しているところもあり、初等・中等教育が、最低の知識教育だけに終り、体育、文化、情操教育と言った、全人格的な教育の効果が、ほとんど期待出来ない状況である。

3) 医療施設

病床数は、人口1,000人につき、3.28床と、先進諸国の標準である、7~10床の半分以下である。疾病率は、当然それらの国々より高く、病床の必要数は、相対的にさらに多くなり、現況施設は、需要に対して大変少ないと言わざるを得ない。

エジプト政府当局は、医療問題について、総合的な立場からこれに取りくんでおり、病院の新設や、医療教育の増強に、努力をかさねているとのことであるが、都市の過密は、医療施設の新設に際しても大きな障害となっている。たとえば、新しく病院が建てられるとしても、用地確保がむづかしいことから、住民の居住から遠くはなれた地区に建てられる場合が多い。そのため、依然として、施設の偏在は解決されず、カイロ市の中心部に近いところでも、無医療施設地区が4地区も存在する。

4) 宗教施設

モスクの総数は、741ヶ所で、地区別にみた1モスク当りの人口は、1750人~13,800人、平均で6,450人に1つのモスクがある。人口の約7%を占めると言われる、キリスト教徒のための教会は、カイロ県に69ヶ所ある。

5) 通信施設

郵便局は143局あり、人口36,000人に1局の割合である。これは必要と考えられている数の5分の1であり、カイロの郵便事情はきわめて悪い。これは単に郵便のシステムや、施設の不足によるとは限らないが、一例をあげるなら、外国郵便が空港局に到着してから、5~10日経て入手出来、又カイロ発の日本向けの郵便については、

投函から到着まで2〜3週間、遅いもので54日を要したものがある。

電話回線は、人口30人に1回線であり、カイロ大都市圏の主要市街化地域（カイロ県、ギザ市、シヨブラ・エル・ヘイマ市）についてみると、人口513万人に対して、依然として5桁番号、部分的に6桁番号を使用している。そのため電話の状況はきわめて悪く、市内の通話に関しては、マヒ状態の交通機関を利用しても、直接対話者に面会した方が早い場合も多い。

以上、カイロ大都市圏の都市の現況について、都市計画的立場からその概要を述べたが、詳細については、付属資料Uのカイロ大都市圏第1次総合計画概要報告書を参照されない。

1-1-4 社会的背景

この国の民族は、上エジプト人と下エジプト人とに分れているが、共に農耕民族であり、古い歴史を持ってこの国に定着している。国民の全体の90%が、回教徒であり、残りのほとんどはキリスト教徒である。

カイロは、歴史的に、自然発生的に、膨脹拡大して来た都市であるため、住宅、道路、電気、都市用水等の公共施設も極めて不整備である。

このため、エジプト政府は、これらの改修と、将来の発展計画を遂行するために、各関係機関において計画の立案と、その実施を検討している。

しかしながら、旧市街を改修整備する事は、ヒストリカルに発展して来た都市であるためにほとんど不可能と言ってよいほど、困難な事である。また、道路を使用して、上水道、下水道の管渠や、電気、通信等の配線が複雑に交錯しており、これらを取り換えることは、単に交通事情を悪化させることにとどまらないであろう。

カイロは最近、観光都市だけでなく、アラブの行政都市として脚光をあびて来た。このためにも環境の整備が、早急に行わなければならない。

日本政府も、この問題の解決に協力すべく、1974年より技術協力調査を派遣している。また、通信、交通の改善に対して、一部経済協力も実施中である。

一般の生活日用品（食糧、衣料等）は非常に豊富であり、一見豊かであるように見えるが、国連の統計資料によれば、この国の国民1人当りの粗物資消費量は、ヨーロッパ諸国の10分の1、砂糖消費量は2分の1、エネルギー消費量は6分の1、と未だ低い経済水準にある。

上記統計資料より、国民1人当りの年間所得額をみると、1971年でアメリカの20分の1、日本、ヨーロッパの10分の1である。しかし一般の生活必需品が非常に安いため、生活水準そのものは必ずしも非常に低いとはいえない。

市民のいこいの場となる、映画館、レストラン、なども良く整備されている。また、植物園や大型の公園もあり、市民の良きいこいの場となっている。しかし、市内には老人や子供の遊び場、散歩場として必要な小公園が非常に少ない。

そのために、一般市民は、商店のショーウィンドーをのぞいたり、カフェテリアでタバコや紅茶を飲む事を楽しみにしているようである。

しかし、国民の健康と言う観点からみれば、もっと自然に触れる事が、この国の市民の平均寿命を伸ばし、死亡者の約36%が胃腸病で死亡するという事もなくなるであろう。

最近の急激な人口の増加によって、下水処理が間に合わず、ナイル河や運河の汚染が進んできている。今後、ヘルワン（Helwan）の工業地帯が発展するにつれ、下流部にあるカイロ市付近では、さらに河水の汚染が進むであろう。一方、自動車も急激に増加しており、産業・経済が進むにつれて、大気汚染も生じてくる。既に市内は、炭酸ガスの濃度上昇している。

したがって、出来るだけ多くの緑地を作ることによってこの汚染も解消し、このための都市用水の十分な確保が急務となっている。

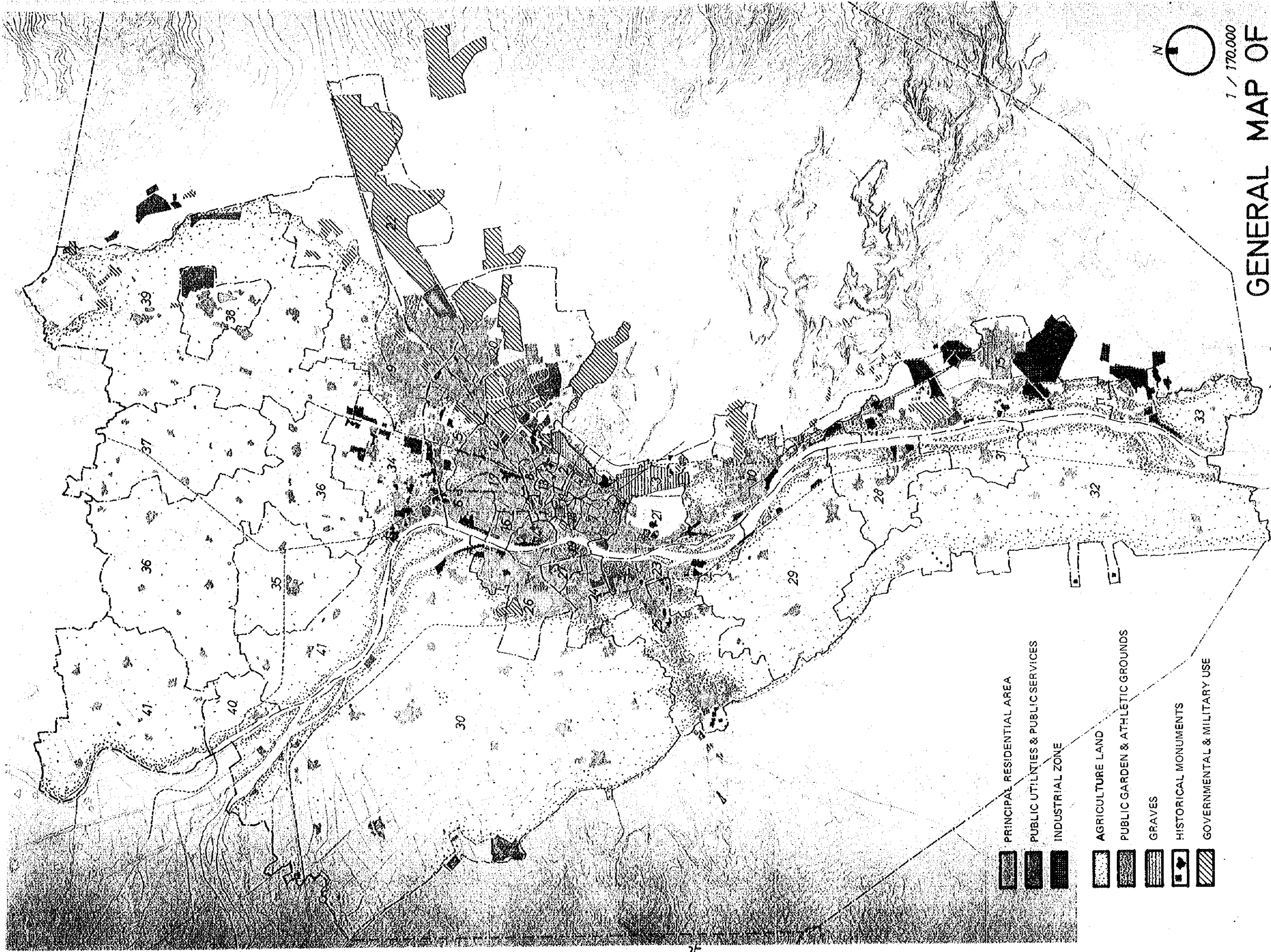
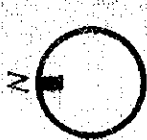


FIG. 1-2

EXISTING LAND USE & ADMINISTRATIVE DISTRICTS

1 / 170,000



- PRINCIPAL RESIDENTIAL AREA
- PUBLIC UTILITIES & PUBLIC SERVICES
- INDUSTRIAL ZONE
- AGRICULTURE LAND
- PUBLIC GARDEN & ATHLETIC GROUNDS
- GRAVES
- HISTORICAL MONUMENTS
- GOVERNMENTAL & MILITARY USE

1-2 浄水供給施設

あのローマの水道を想起させるかのように、石造りの水路橋がカイロ旧市街を東西に走っている。これは約千年前、ナイルのきわの揚水場から家畜動力で汲みあげた水を、城塞を中心とする市街に送るためのものであった。現在もほとんど当時のままの姿をとどめ、用水の歴史をものがたっている。

近代に至り、初めての浄水場が造られたのは、1865年のアバシア浄水場で、それは緩速濾過場であった。

アバシア浄水場は現存していないが、それから38年後、急速濾過設備の、ロード・エル・ファラグ浄水場が建設され、後の浄水場の範として今日に至っている。

以後三四半世紀の間、浄水場の新設、拡張が相続き、1974年の濾過水量は1,265,000 m³/日に達した。

地下水による供給もあげておかなければならない。浄水場の増強と平行して、数多くの深井戸が掘られてきた。ナイル河からの涵養により、水量はいわば無尽蔵といってよく、水質も、その多くはそのまま飲用することができるので、地下水が広く利用されてきたわけである。1974年の揚水量は485,000 m³/日で、全給水量の約30%に及んでいる。

しかしながら、両者の合計水量1,750,000 m³/日をもってしても、異常ともいえる年々の人口増加により増大する需要水量に追いつくことはできない。

1973年、水道庁は、拡張5ヶ年計画を実行に移し、1975年8月には約200万 m³/日の最大配水量を記録するに至った。

現在、大規模な浄水場、高架水槽の新設工事、配水本管の布設工事が、市内各所で行なわれている。

需要水量の増大に応えるべく、浄水施設は、設計水量を上回る過負荷運転を余儀なくされているが、需要に見合うまでには至っていない。これは、浄水場の絶体水量の不足のほか、原水の水質の変化および浄水施設の一部に欠陥があることにもその原因が求められよう。

周知のように、ナイル河の表流水には、アスワンハイダムの建設、ナセル湖の出現とナイルの流れがゆるやかになったことにより、濁度が低く、しかもかなり大量の藻類が生息す

るようになってきた。

1-2-1 給水人口および給水区域

カイロ大都市圏の人口統計については、表1-5、年々の増加傾向については、次章図2-3に示してあるが、カイロ大都市圏では、それが約4.4%という高い増加率を示していると考えられる。

給水人口については、ほとんどの市民が、直接または間接的にもせよ、公共水道に依存しているといつてよい。専用給水栓をひく余裕のない人達には、共用水栓が用意されている。なお、一部の人々は、私設の井戸等から生活用水を得ている。

図1-3の斜線部は、カイロ大都市圏のうち主な給水区域である。これは、おおむね現在の市街化地域と同じである。(図1-2参照)

表1-5 人口推移表(カイロ大都市圏及びエジプト全国)

年	カイロ大都市圏 (A)		エジプト全国 (B)		AのBに対する割合 (%)
	人口 (単位:千人)	年増加率 (%)	人口 (単位:千人)	年増加率 (%)	
1897	986		9,669		10.2
1907	1,113	1.40	11,190	1.47	9.9
1917	1,337	1.66	12,718	1.29	10.5
1927	1,676	2.29	14,178	1.09	11.8
1937	2,017	1.87	15,921	1.17	12.7
1947	2,962	3.92	18,967	1.77	15.6
1960	4,820	3.82	25,984	2.45	18.5
1966	6,113	4.04	30,083	2.47	20.3
1970	7,260	4.39	33,329	2.59	21.7

注 この表における増加率は、人口をもとに、計算しなおしてあるため、
付属資料Uの付表-1及び1-1-3とは一部異っている。

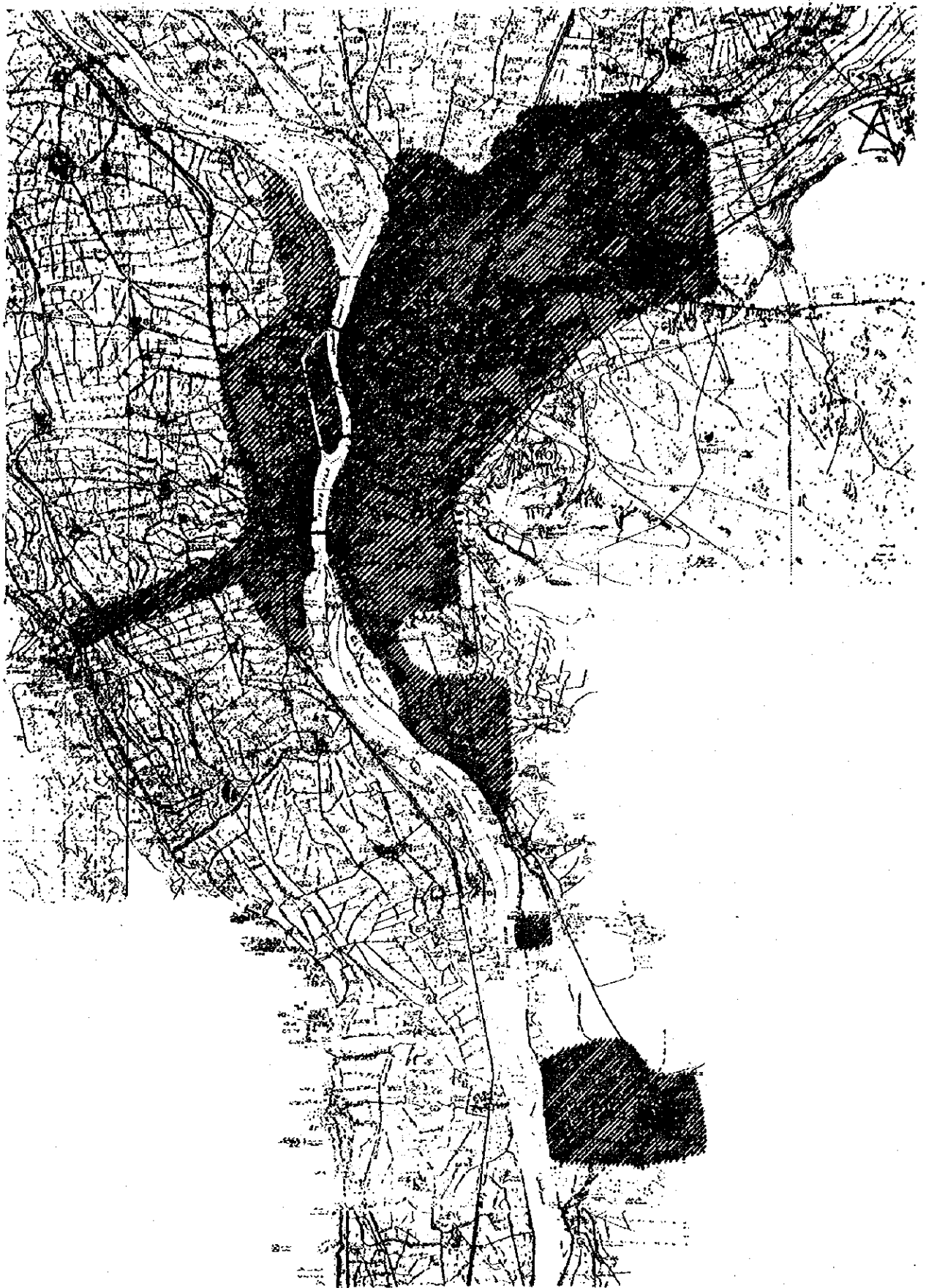


Fig1-3 PRESENT SERVED AREA

1-2-2 生産水量と消費水量

(1) 生産水量

1960年から今までの、地下水を含めた総生産水量の推移を、表1-6に、また、浄水場ごとの現状水量は表1-7に示した。1975年の浄水場の最大生産量は、合計1,325,000 m³/日となっているが、これは設計水量に対し17%の過負荷運転となっている。地下水は655,000 m³/日であり、浄水量と合わせて、この年の合計水量は、1,980,000 m³/日に達している。

人口1人あたり水量をみると1975年では280ℓ/日（全水量1,980,000 m³/日に対し、給水人口を700万人として）である。この数字は、家庭用水としてみるならば、諸外国の例と比較しても小さすぎるということはないが、都市活動の振興につれて、他用途の水量が増加するのでこのままでは決して充分とはいえない。加えてカイロでは、極端に雨の少ないという気象条件のため、生産環境を維持していくためには樹木や草花への散水が不可欠であり、そのために水道水をも使用しているのが現状である。また、かなりの量の漏水もあるに違いない。これらを考えあわせると、将来の1人あたり給水量はやはりある程度増加して計画しなければならない。

図1-4に、月ごとの水量の変化を、1970年、72年、74年、にわたって示したが、この図から、水量不足が年と共に深刻になり、1974年夏期にはピークカット現象が生じていることがわかる。すなわち、消費者は、7月～10月の長期間、水不足を余儀なくされてきたということを表わしている。水道庁が水量不足の解消に大きな力を注いでいるゆえんである。

表1-6 日最大生産水量の推移（地下水を含む）

年	水 量	年	水 量
1960	700,000 m ³ /日	1968	1,300,000 m ³ /日
1961	730,000	1969	1,360,000
1962	820,000	1970	1,430,000
1963	890,000	1971	1,560,000
1964	960,000	1972	1,560,000
1965	1,060,000	1973	1,630,000
1966	1,100,000	1974	1,750,000
1967	1,140,000	1975	1,980,000

図1-4 生産量の月変化

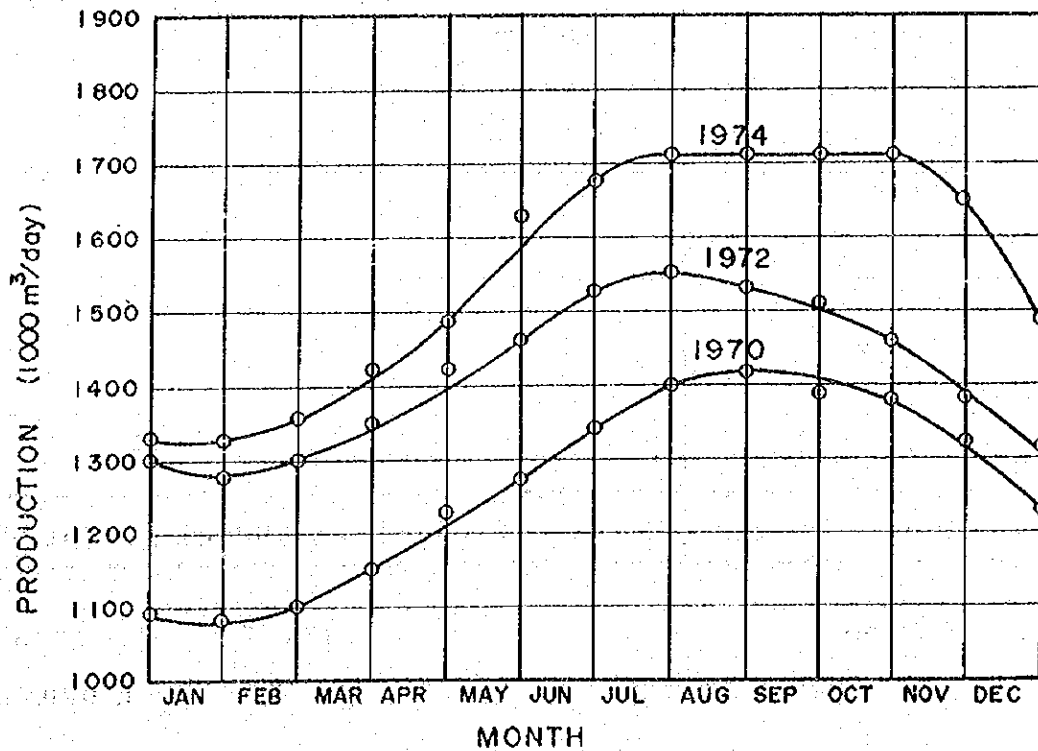


表 1-7

浄水場ごとの水量内訳

〔浄水場〕

浄水場名	設計水量	1974年生産水量 (日最大)	1975年生産水量 (日最大)
カフル・エル・エルウ	60,000 m ³ /日	60,000 m ³ /日	
北ヘルワン	50,000	60,000	
ソーラ	5,000	7,000	
マアディ	20,000	28,000	
南ギザ	70,000	80,000	
南カイロ	110,000	130,000	
ギザ	150,000	150,000	
ロード・エル・ファラグ	370,000	370,000	
北カイロ	300,000	380,000	
小計	1,135,000 m ³ /日	1,265,000 m ³ /日	1,325,000 m ³ /日

〔深井戸〕

井戸名	眼数	1974年生産水量 (日最大)	1975年生産水量 (日最大)
テビン	6ヶ所		
マアディ	8		
ロード・エル・ファラグ	25		
アル・アハラム	7		
北カイロ	39		
ゼイトゥーン	8		
北東カイロ	39		
エンババ	6		
シヨブラ・エル・ヘイマ	8		
小計	146ヶ所	485,000 m ³ /日	655,000 m ³ /日

〔合計水量〕＝

1974年

1975年

〔浄水場〕＋〔深井戸〕

1,750,000 m³/日 1,980,000 m³/日

(2) 消費水量

1974年の上水利用の内訳は表1-8のようになっている。

表1-8 消費水量の内訳(1974年)

用 途	割 合
家 庭 用	50 %
工 場 用	3 ~ 5
政 府 施 設 用	20
ヘリオポリス地区	15 ~ 16
漏水、その他	13 ~ 19

上表でヘリオポリス地区とあるのは、この地区を行政管理するヘリオポリス事業庁へ、カイロ水道庁が浄水の卸売りを行っているからであり、(ヘリオポリス事業庁はカイロ水道庁から水を一括して買いとり、管轄地区のヘリオポリス市民に供給している。)この量も家庭用水とみなすことができるから、家庭用水は全体で約70%弱の割合となる。

工場用水は、今のところさほど多くはないが、これは、工業化がまだ初期の段階にあたるためであろう。

なお、これらの数値は、推定値を含んでいるため、必ずしも正確ではない。

1-2-3 水源とその水質

(1) 水 源

カイロでは、ナイル河こそ唯一無二の給水源であり、表流水はもちろんのこと、地下水もまた、ナイル河によって涵養されているわけであり、将来といえどもその容姿が変わることはないであろう。

上流のアスワンに、ハイダムが建設され、流量が調整されているから、ナイル河の水量は年間を通じてほぼ一定である。カイロ付近での流量は約1,500 m³/秒と見積られ、何らの心配もなく都市用水の水源として利用することができよう。

ただ、水質面では、ダム貯留開始以来、それに起因すると考えられる浄水障害が生じ

てきた。世界各地の例をひくまでもなく、動きの乏しい貯留水は、富栄養化の傾向をたどり、藻類の繁殖をうながす。

ナイル河の水に極めて多量の藻類が含まれるようになってきたが、これはハイダムによる水の停滞および流量調整による水量の一定低速化、に起因しているであろう。

藻類による浄水障害については次節で述べるが、今後、水道施設の設計にあたっては、藻類対策として、何らかの有力な手法を導入する必要がある。

ナイル河本流と紅海を結んで、カイロ北部にイスマイリア運河が造られている。建設されたのはかなり以前のことであり、当初は水上輸送が主な目的であった。その後いくたびかの修復と改造工事がなされながらも、今も砂漠地帯にナイルの水を運び続けている。

北カイロ浄水場および北東カイロ浄水場は、この運河から取水しており、本流と同様、水量についての不安はないが、水質については、やはり本流の場合と同様な問題を生じている。

(2) 水 質

ナイル河の表流水と、その浄水場処理水の水質を、表1-9に掲げた。昨今、浄水処理過程で、原水中の微生物が大きな障害となっている。単細胞藻類が、年中原水に出現するようになり、その量も時期によって大きく変化している。日光、炭酸ガス、炭酸塩等の作用によるものであろう。また、家庭下水、工場排水の流入の影響もあるであろう。

この藻類は沈でんしにくいものであり、一部が濾過地に流れ込んで、池の閉塞を早めることとなり、ブレークスルー現象をひきおこすことになる。水量の減少と濾過池運転の障害となっているわけである。更にやっかいなことに、最近、ナイル河に、新型の原生動物や線虫類が発生し、浄水障害に輪をかけるようになった。

塩素注入で、微生物を殺すことはできるが、それでも沈降性に大きな期待は持てず、かつ多量の塩素を必要とする。

凝集についてみれば、現在は硫酸ばんどが使われているが、この効果は必ずしも良好とはいえない。というのは原水濁度が低いことと、比重の軽い微生物の量が、非常に多いということのために、沈でんが困難となり、常時に、沈でん池からフロックがキャリ

表1-9 ナイル河表流水と処理水の水質（1974年）

項 目	単 位	ナイル河表流水		浄水場処理水	
		最 低	最 高	最 低	最 高
1. 水 温	°C	13	30	13	30.5
2. 全 溶 解 物 質	PPm, 120°C	165	298	168	238
3. 濁 度	" Silica	18	76	0	11
4. P H		8	8.5	7.2	8.1
5. 総アルカリ度	PPm, CaCO ₃	108	152	100	146
6. 炭酸アルカリ度	" "	6	18	認めず	認めず
7. 総 硬 度	" "	96	150	96	150
8. 永 久 硬 度	" "	認めず	認めず	—	—
9. 一 時 硬 度	" "	96	150	96	150
10. カ ル シ ウ ム	" Ca	18.4	33.6	18.4	35.2
11. マ グ ネ シ ウ ム	" Mg	8.36	16.8	8.36	18.48
12. 塩 化 物	" Cl	15	32	20	34
13. 硫 酸 塩	" SO ₄	17	35	19.5	50
14. 珪 酸 塩	" SiO ₂	2.5	22	2.5	18
15. 弗 素	" F	0.1	0.4	0.12	0.4
16. 鉄	" Fe	認めず	認めず	認めず	認めず
17. マ ン ガ ン	" Mn	"	"	"	"
18. 酸素消費量	" O ₂	3	10	2.4	6.1
19. 遊 離 炭 酸	" CO ₂	認めず	認めず	6	14
20. 細菌試験					
(a) 大 腸 菌 群	MPN/100mℓ	認めず	1,800	認めず	認めず
(b) 一 般 細 菌 数	個/mℓ, 37°C	600	200,000	"	"
21. 生物試験					
(a) 藻 類	個/mℓ	2,100	32,800		
(b) 原生動物（生体）	"	無 数	無 数		
(c) 線 虫 類	"	50	500		
(d) 卵 形 動 物		無 数	無 数		

オーバーしているからである。

高分子の使用を試みたところ、これは微生物に除去に有効であることがわかった。特に濾過直前にこれを注入するとその効果は歴然である。しかし濾過継続時間は3～4時間程度に短縮してしまう。

既存の浄水施設は、基本的にアスワンハイダム建設以前の、高濁度処理、すなわち、原水中の無機濁質を除去するように設計されているから、軽すぎる物質の除去には適当であるといいがたい。

これからの浄水場は、微生物の除去に重点をおいて、設計または変更がされなければならないであろうし、同時に、維持管理の方法も、おのずからこれまでと異なってくるものとなるだろう。

1-2-4 浄水場

(1) 取水場および浄水場

既存浄水場の名称と位置を、図1-5に示す。ここで、取水場は浄水場のすぐ近くにおくことが立建となっているので、図の中の○印は取水場も含めて表現してある。

既存の浄水場は9ヶ所で、このほか2ヶ所が現在建設中、また別に2ヶ所の大規模浄水場が、建設予定となっている。9ヶ所の既存浄水場のうち、3ヶ所は拡張工事中である。表1-10に、各浄水場の要項一覧を示した。

数ある浄水場は、その歴史がまちまちであり、古いものでは、ロード・エル・ファラグ浄水場(1903年)、マーデイ浄水場(1901年)があげられ、これらは現在も稼働中である。

なお、ほとんどの浄水場が、敷地の内外に地下水用の井戸をもっているので、図1-5には、それを□印で示してある。

地下水はほとんどの場合、ポンプで吸みあげて、そのまま送配水管に送り込まれているが、水質の悪い井戸、または悪くなった井戸は、放棄または他用途にふり替えて、水道水の水質を保持するよう、配慮が行なわれている。

表 1-10 既設浄水場の施設概要

浄水場名	デビン	カフル・エム・エルウ	北ヘムワン	ジーラ	マアディ	南ギザ	南カイロ	ギザ	ロード・エム・アラダ	北カイロ	北東カイロ
建設年	1976	1923	1963	1942	1901	1973	1968	1898	1903	1961	1976
処理水量合計	380,000 $\frac{m^3}{h}$	60,000 $\frac{m^3}{h}$	50,000 $\frac{m^3}{h}$	5,000 $\frac{m^3}{h}$	60,000 $\frac{m^3}{h}$	70,000 $\frac{m^3}{h}$	110,000 $\frac{m^3}{h}$	150,000 $\frac{m^3}{h}$	495,000 $\frac{m^3}{h}$	495,000 $\frac{m^3}{h}$	845,000 $\frac{m^3}{h}$
表流水(最終処理)	75,000 $\frac{m^3}{h}$	60,000 $\frac{m^3}{h}$	50,000 $\frac{m^3}{h}$	5,000 $\frac{m^3}{h}$	20,000 $\frac{m^3}{h}$	70,000 $\frac{m^3}{h}$	110,000 $\frac{m^3}{h}$	150,000 $\frac{m^3}{h}$	370,000 $\frac{m^3}{h}$	300,000 $\frac{m^3}{h}$	450,000 $\frac{m^3}{h}$
" (減過水)	25,000 $\frac{m^3}{h}$										
" (沈てん水)	240,000 $\frac{m^3}{h}$										
地下水	30,000 $\frac{m^3}{h}$				40,000 $\frac{m^3}{h}$				125,000 $\frac{m^3}{h}$	195,000 $\frac{m^3}{h}$	195,000 $\frac{m^3}{h}$
沈てん池											
水平流式		矩形				矩形			矩形		
池数		3池+2池				6池			8池+1池		
水量		600,800 $\frac{m^3}{h}$				1,200 $\frac{m^3}{h}$			1,000 $\frac{m^3}{h}$		
上向流式		円形	円形	円形	円形		円形	円形	円形	円形	矩形
池数	8池	1池+1池	4池	2池	2池+1池		3池	2池+1池	5池	8池	10池
水量		600,150 $\frac{m^3}{h}$	500 $\frac{m^3}{h}$		200,500 $\frac{m^3}{h}$		1,700 $\frac{m^3}{h}$	750,1,000 $\frac{m^3}{h}$	2,000 $\frac{m^3}{h}$	1,750 $\frac{m^3}{h}$	1,900 $\frac{m^3}{h}$
濾過池											
形状	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	円形, 矩形, 矩形	矩形	矩形
池面積	80 m^2				50 m^2	42 m^2	60 m^2	86 m^2	24 m^2	100 m^2	
池数	12池	2池, 6池, 16池	8池	2池	4池	20池	20池	36池	72池	36池	40池
濾過量		75, 100, 150 $\frac{m^3}{h}$			55 $\frac{m^3}{h}$	180 $\frac{m^3}{h}$	240 $\frac{m^3}{h}$	400 $\frac{m^3}{h}$	100 $\frac{m^3}{h}$	400 $\frac{m^3}{h}$	
取水ポンプ											
揚水量($L/sec \times m$)	420 $\times$ 25						560 $\times$ 14			1,100 $\times$ 550 $\times$	
台数	230 $\times$ 25 2台 3台						14台		7台+4台	4台 4台	6台
配水ポンプ											
揚水量($L/sec \times m$)		280 $\times$ 100 140 $\times$ 100 2台 4台					450 $\times$			900 $\times$ 60 900 $\times$ 90 6台 4台	600 $\times$ 100 1,000 $\times$ 60 6台 6台
台数	4台						4台				
浄水池容量		2,000 m^3					6,400 m^3			12,000 m^3	10,000 m^3
深井戸ポンプ											
揚水量($L/sec \times m$)	58 $\times$				58 $\times$				58 $\times$	58 $\times$ 60	58 $\times$ 100
台数	6台				8台				25台	39台	39台

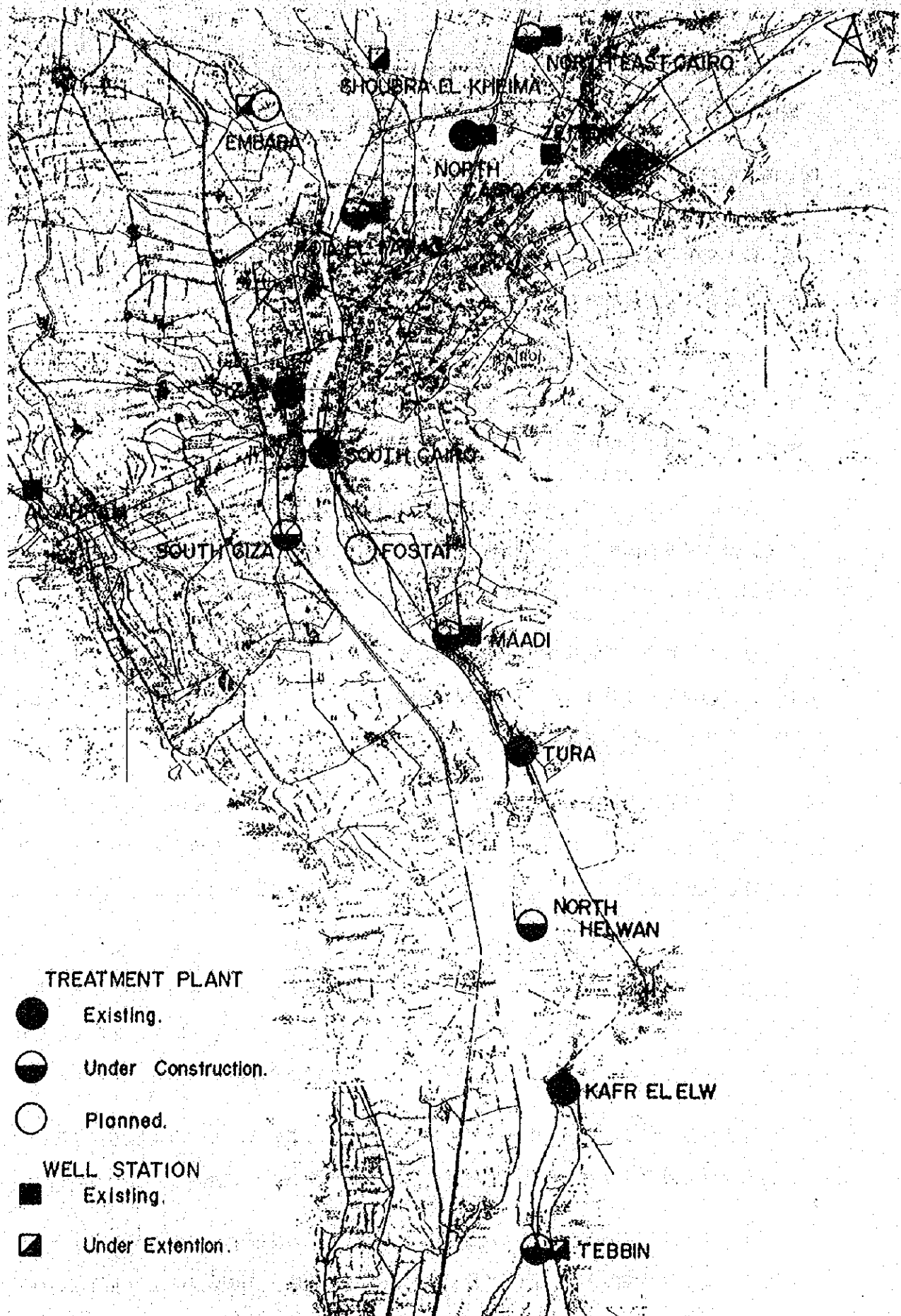


Fig.1-5 LOCATION OF PLANT & WELL

浄水場は、原則として飲料水の生産を目的としているが、一部の浄水場では、別に、庭園、公園、街路樹の散水用として、原水を供給する設備をもっているところもある。

(2) 浄水場の設備

浄水場のポンプ、モーター、薬注機械、浄水機械等の設備機器は、その型式、製作年等、種々変化に富んでいるが、これは、過去1世紀の長きにわたって、新設、拡張、改良がくり返されてきたためである。

ディーゼルエンジン、濾過制御機器等で、その昔に設置されたものの中には、部品が手に入らなくなっているものもあるが、大多数は水道庁自身の技師による、適正運転と修繕とにより、現在も使用されている。

例えば、ロード・エル・フーラグ浄水場では、現在その型式を変更中であるが、これまで、機械式表面洗浄設備のある濾過地が運転されていたし、マーディ浄水場では、半世紀を越えたベルトがけのポンプが、今なお取水ポンプとして稼働している。

概して、設備の運転管理は、新旧を問わず、良好といってよい。古い浄水場は、主として、手動式として設計されているので、流量計その他で、若干故障している個所があっても、それほど運転に支障をきたさないものである。

一方、最新式の浄水場は、各種計器が、通常、他の主要機器と連結されているため、不調がわずかでも発生すれば、全施設に影響を及ぼしがちなものであるが、カイロ水道庁の場合、新式の装置でも手動式運転と同様に、良好に運転されている。

電力についてみると、初期の浄水場は、自家発電機を備えて、動力は、常時非常時をとわず、すべてそれでまかなっていたが、最近の浄水場では、公共電力を受電するようになっている。公共電力の故障停電は、比較的まれであり、あっても月に1、2度で、それも数分間程度のものである。加えて非常用として、予備の発電機も設備されている。

計装設備の程度は、浄水場建設の年代によって異っている。古い浄水場では系統的、連動的な計装設備はなく、稼働部は独自に手動で制御するように設計されている。

南カイロ浄水場のような新しい浄水場では、浄水場のほぼ中心に中央制御室があって、ここで、全工程が掌握され、電力系統や濾過池の運転等は、遠隔操作によって行なわれて

いる。

(3) 運転管理状況

これまで、全施設が、水需要の急激上昇のために、過負荷運転を余儀なくされてきた。このことは、図1-4、月別生産量の変化をみれば瞭然である。浄水場の運転についてみれば、以下のような重大な問題が生じ、ある程度は解決済みであるが、なお考慮されるべき問題が残っている。

1) 藻 類

アスワンハイダムの完成後、ナイル河の水は、質量共に大きな変化をもたらすようになった。すなわち、藻類が急激に繁殖し、水処理の障害となっていること、量についていえば、洪水現象が生じなくなったことである。

表1-9にみられるように、藻類は、おどろくほど高濃度である。藻類の比重は、水そのものとほとんど同じであるから、適正な凝集作用が行なわれても、すみやかに沈降せず、このことが、沈でん池からのフロックのキャリーオーバーの一因となっているわけである。これは濾過池の閉塞を早めることになり、ひどい時には、濾過継続時間が数時間にすぎないこともある。

2) 低濁度

水質でもうひとつ変化したことがある。濁度が年間を通じて、いつでも、小さくなったことである。これは、ハイダムの貯水湖である、ナセル湖による水の停滞によるものである。

実際には1年未濁で流出するのが多いであろうが、ナセル湖の貯水量は2年間分といわれているほどであり、ほとんどの浮遊物質はナセル湖に沈でんしてしまい、流出するナイル河の水は、軽い物質のみを含む低濁度の水となってきている。

3) 過負荷運転

前述したように、過負荷運転が、藻類と低濁度の障害と相まって、沈でん作用を困難なものとし、濾過池のブレイクスルー現象をひきおこす結果となっている。

4) 対 策

各種実験の結果として、高分子凝集剤の一種である、ナルコを助剤として用いる

ことが、この処理対策に適していることがわかってきた。

これは強大なフロックを作ること、ブレークスルーの減少には非常に有効であるが、未解決の問題も残している。すなわち、フロックのキャリオーバーと、ひんぱんに行なわれる濾過池洗浄水量の損失である。

洗浄は、水量のピーク時に行うと影響が大であるため、夜間に実施するようにし、また時間の要する修繕や維持作業は、消費量の落ち込む冬期に行うようにしている。

5) 修理工場

水道庁には、大規模な機械修理工場が所属していて、ポンプ、モーター、バルブ等を修理することができるようになっている。特殊な計器類以外は、ほとんどここで定期的に点検し、必要に応じて修理を行っている。

他に水道メーター修理工場があり、ここでは大口径メーター以外のすべてのメーターの修理を、また別の、パイプ修理工場では、パイプの破損と管路の漏水の修復を担当している。

(4) 水質試験所及び使用薬品

1) 水質試験所

浄水場には、すべて水質試験所が付属し、水処理及び水質に必要な、化学、物理、生物、細菌の各試験が行なわれている。特に力を入れているのは、凝集試験と生物試験である。

ナイル河の水の処理には藻類対策と、ブレークスルー現象防止のため、凝集作用が最重要項目のひとつであり、処理効果に影響を及ぼす藻類の量、種の同定等、生物試験が必要不可欠となっているからである。

また当然のことながら、処理水質の安定性も強調されており、給水栓の水質チェックが、定期的に行なわれている。

2) 使用薬品

浄水場で使用されている薬品は、次のようになっている。

凝集剤……………硫酸ばんど（固形）
 凝集補助剤……………ナルコ（高分子剤）、石灰
 臭気除去……………粉末活性炭
 前塩、後塩……………液体塩素

凝集剤としては、硫酸ばんどが独占的に使用されている。これに補助剤としてナルコを注入して、藻類のブレイクスルー現象防止に、大きな効果をおさめている。

石灰は、注入設備が用意されているが、長い期間、使用されていない。というのは原水に高濁度時がなくなったのと、アルカリ度が非常に高いからである。

また、粉末活性炭は、臭気・味に、今のところ問題がないので、不要状態となっている。塩素はすべての浄水場で使用されている。

1-2-5 地下水

カイロは、ナイル溪谷の恩恵を受けて、至るところ地下水が豊富であり、種々の目的に地下水が利用されている。

水道用の深井戸は、各浄水場内のほか、市内に散在しており、配水管にポンプで圧入しているが、その量は655,000 m³/日に達し、全給水量の30%近くを占めている。

また、庭園、街路樹散水用としてかなり大量の地下水が別途に揚水されている。

その他、詳細は判明しないが、私設の井戸がかなり存在している。

水道用深井戸の数も、約150個所に及んでいる（表1-7参照）。深度は、その多くが約100 mであるが、地下水面は、地盤下5 m～10 m程度のところが多い。

ナイル河からの涵養量が豊富なことと、おそらくは、土壌の浸透性の高いことにより、地下水面は、安定を保っている状態である。

井戸1個所あたりの平均揚水量は、5,000 m³/日程度であり、ボアホールポンプが使用されている。

地下水の水質についてみると、硬度、硫酸塩等溶解物質が、場所により、大きな差が生じている（表1-11参照）。硬度は、最低110 PPMから、最高1,300 PPMにまで

及び、硫酸塩は16 P P mから820 P P mまでのばがある。

ナイル河表流水と、地下水との顕著な差異は、これら化学物質の含有量であって、ナイル河表流水は、地下水より低濃度である。溶解物質の濃度の大きさは、地下水がそれを通して、土壌の性質に影響されているのであろう。

物質濃度の小さい地下水は、そのまま飲料水基準にも合格するが、高濃度の場合は手を加えなければ、飲料水として供給できない。これまで、鉄やマンガンを多量に含む井戸は、放棄することになっていたということである。

表1-11 地下水質の例（1974年）

（単位：P P m）

項 目 \ 井戸所在地	エル・アラハム (No 3)	ロード・エル・ フアラグ (南No 6)	ゼイトゥーン (No 49)	アメリカ (No 8)	モストロッド (No 18)
1. フォスホール	認めず	0.4	認めず	0.36	認めず
2. 亜硝酸塩	0.01	+	0.06	0.001	0.005
3. 硝酸塩	痕跡	認めず	認めず	認めず	認めず
4. 全溶解性物質	531	725	2,370	520	720
5. 塩化物 (Cl)	64	174	720	96	134
6. 総硬度 (CaCO ₃)	231	400	1,110	340	450
7. 永久硬度 ("	34	32	854	65	162
8. 総アルカリ度 ("	197	368	256	275	288
9. 鉄 (Fe)	認めず	1.2	0.25	0.15	0.2
10. マンガン (Mn)	認めず	1.4	0.4	0.7	0.5
11. 大腸菌群	認めず	0	認めず	認めず	0

1-2-6 配水施設

浄水場には、配水施設の一環として、浄水場および配水ポンプを設置する立前となっている。カイロの街路は、比較的平たんであり、配水は、主としてポンプ直送形式となっているが、北東カイロの高地部では、加圧ポンプも設置されている。

(1) 配 水 池

配水池としては、浄水場内の浄水池と配水区内にあって、調整池の役も兼ねている、高架水槽とに分けて考えることができる。

浄水池の全容量は $68,300\text{ m}^3$ 、現在数ヶ所で、計 $43,000\text{ m}^3$ の高架水槽を建設中である。これらを合計すると $273,750\text{ m}^3$ となり、日給水量のほぼ7分の1となるが、水道庁は、最終的には、日給水量の4分の1を、配水池の目標容量としている。

なお、高架水槽の水位は、電話連絡により、手動でポンプ台数を、切りかえることによって制御している。

(2) ポンプ設備

ディーゼルエンジン稼働の、古いポンプを除いて、ポンプ類はすべて電力稼働となっている。予備のポンプ台数は100%設置である。

ポンプの吐出圧力は、やや大きめに設計されているが、これはカイロ特有の高層住宅群への配慮であろう。

(3) 配 水 管

本管は、大は $\phi 1,200\text{ mm}$ から、小は $\phi 50\text{ mm}$ まで含めて、全長約 $2,700\text{ Km}$ にも及んでいる（表1-12及び図1-6参照）。

現存する最古のパイプは、1916年敷設されたものであるから、すでに、半世紀以上も利用されていることになる。

管種は、種々雑多で、鋼管、鋳鉄管、ダクタイル鋳鉄管はもちろんのこと、石棉セメント管、塩化ビニール管、鉛管も本管として使用されている。近々、このほかにFRP管の導入も予定されている。

配水管についての課題は、さびこぶ、スケール等、管内付着物と、多量の漏水である。管内付着物は、水を着色したり、給水栓から異物が出てくる原因となっている。

(4) 給 水 装 置

水道メーターの取付数からすると、配水管から取りだされている給水栓数は、約 $200,000$ である。この数字は、約700万人の給水人口と照合すると、少なすぎると

表1-12

配水本管延長一覧表 (1974年12月)

(単位:メートル)

地区名 管 径	カイロ	ゼイトゥーン	ギザ	ヘルワン	マァデイ
ϕ 50 mm	12,732 ^m	880 ^m	—	—	—
60	147,642	12,775	30,545	95	3,800
80	124,445	13,559	77,476	13,356	17,531
100	357,920	116,420	241,763	107,497	49,705
125	—	—	207	2,319	—
150	183,046	47,450	128,117	24,790	32,846
200	147,776	31,780	44,032	13,333	23,977
250	7,614	275	6,928	1,835	4,446
300	109,339	22,019	57,284	7,229	7,806
400	34,135	18,551	8,338	9,940	11,625
450	13	—	6,449	2,195	11,338
500	5,749	3,753	—	37	—
550	443	—	—	—	—
600	64,954	12,829	34,158	7,914	—
800	54,398	4,582	743	50	—
900	13,722	8,518	—	192	—
1,000	9,457	2,360	3,571	928	313
1,100	837	—	—	—	—
1,200	4,783	—	—	2,988	—
計	1,279,005	295,751	639,611	194,662	163,387
合 計	2,572,416 m				

という印象を与えるが、これは、カイロに数多い、共同住宅には原則として、1棟につき1系統で給水しているからである。

給水栓は、配水管から直接連絡しているが、多くの場合、消費者がポンプを備えて、

配水管から直接吸引しているという実状がある。高層住宅や事務所等は、配水本管にポンプを直結して、そのまま屋上のタンクに揚水するわけである。

慣習的に、地上付近に受水槽等が設置されていないのが大多数である。従って消費時には、水量、水圧共に不十分になりうるものが、容易に推察できる。負圧の生じるおそれもある。

消火栓は地下式で、街路の60～100mおきに設置されている。家屋、ビルは、ほとんど不燃性材料でできているし、暖かい気候であるから、火気使用の機会が、比較的少なくてすむことなどから、火災発生はそれほど多くないが、公共消火栓には十分な配慮がなされている。

大きな建物には、外壁から消火用水を受け入れる配管設備がしてあって、非常時には、消防自動車のポンプに接続して、用水を受けることができるようになっている。

公共水栓についても言及しておかなければならない。給水区域内でありながら、場所によっては給水栓のない家庭がある。このようなところでは、公共水栓から水を受けている。カイロは、約500ヶ所にのぼる公共水栓が散水している。

この水の料金は無料で、水道庁へは、その代価が政府から支払われる仕組みになっている。水道庁が定期的によく監視、指導を行っているので、概して公共水栓の保守状況は良好である。

1-2-7 水道庁の組織

水道庁は政府の住宅・復興省に所属する一機関であり、カイロ大都市圏に、家庭用水、工場用水、その他の水の、供給の任を負っている。

図1-7にみるように、水道庁には評議委員会があるが、これは水道庁長官を頭首とし、水道庁と他の関係政府機関の部局長、および学識経験者により構成されているもので、最高の決議機関となっている。

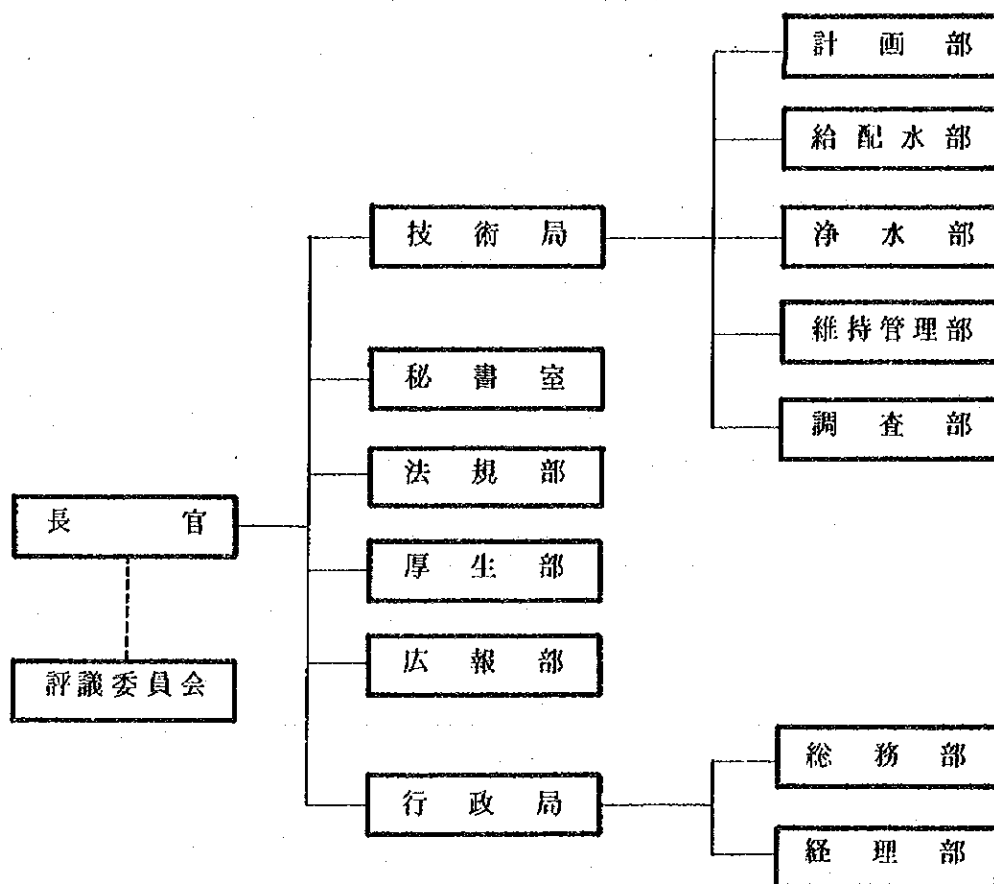
長官のもとに2つの局があり、それぞれ、技術部門と行政部門を担当している。

水道庁職員の総数は、約7,000人で、このうち、技術者は250人となっている。現状の仕事量に比較して、技術者数が不足気味であるが、これら有資格技術者の確保は、なか

なか容易でない現状となっている。

消費者の便宜のため、本庁とは別に営業所が若干あって、主に料金業務とパイプの補修を担当している。

図1-7 カイロ水道庁組織図



Tab. 1-13. LIST OF RAW WATER SUPPLY FACILITIES

<u>Name of Pumping Station</u>	<u>Construc- tion Year</u>	<u>Capacities of Pump & Motor</u>		<u>No. of Set</u>	<u>Total Capacity</u>	<u>Head of Pump</u>	<u>Operation Hours</u>	<u>Distribution Discharge</u>	<u>Size of Pump</u>	<u>Supplied Area</u>	<u>Remarks</u>
Kasr El Nil	Nearly 1900	600m ³ /a	885 kw	3	1,800m ³ /hr.	35 m	7:00-16:00	12,000	250 mm	Central Cairo	Raw Water Only
Fom El Khalig	1960	630	55	4	2,520	60	7:00-22:00	9,450	300 mm	South Cairo	Raw Water Only. No distribu- tion capa- city
North Cairo Plant	1961	630	28	4	2,520	75	24 hours	30,240	300	Helio- polis Nasr City	With Plant
Giza Plant	1959	1,200 900		1 2	3,000	50	16 hours	28,800	300	Dokki	With Plant
Gizira Plant	1959	1,200 900		1	3,000	45	16 hours	28,800	300	Gizira	Raw Water Only
Maadi Plant	1906	1,500 1,200 300	120 120	3	3,000	15	7:00-17:00	15,000	400 300 200	Maadi	With Plant
Kafr El Elw Plant	1955	400	165	2	800	100	7:00-19:00	9,600	300	Helwan	With Plant
North-East Cairo Plant	Under cons- truction	720		4	2,880	100	-	-	no	Heliopolis	
El Tebbin Plant (Booster Pump)	-ditto-	500		2	1,000	70	-	-	no	Helwan	
Abbasia	1956	316m ³ /hr.	49 hr.	2 set	632m ³ /hr.	36m	7:00-16:00	5,688m ³ /hr.	250mm	Nasr City	From Kasr El-Nil
No. 1 Maadi booster station	nearly 1910	800	22 ⁵	1	800	10	7:00-14:00	5,600	300	Maadi	From Maadi
No. 2 -ditto-	1910	200	12	1	200	15	7:00-14:00	1,400	250	Maadi	From Maadi
No. 3 -ditto-	1910	200	22 ⁵	1	200	20	7:00-14:00	1,400	200	Maadi	From Maadi
(Storage Tank)											
Gabal El Ahmer		-		1	5,000m ³	-	-	-	-		From Abba- sia and North Cairo

34-02-35
92-6



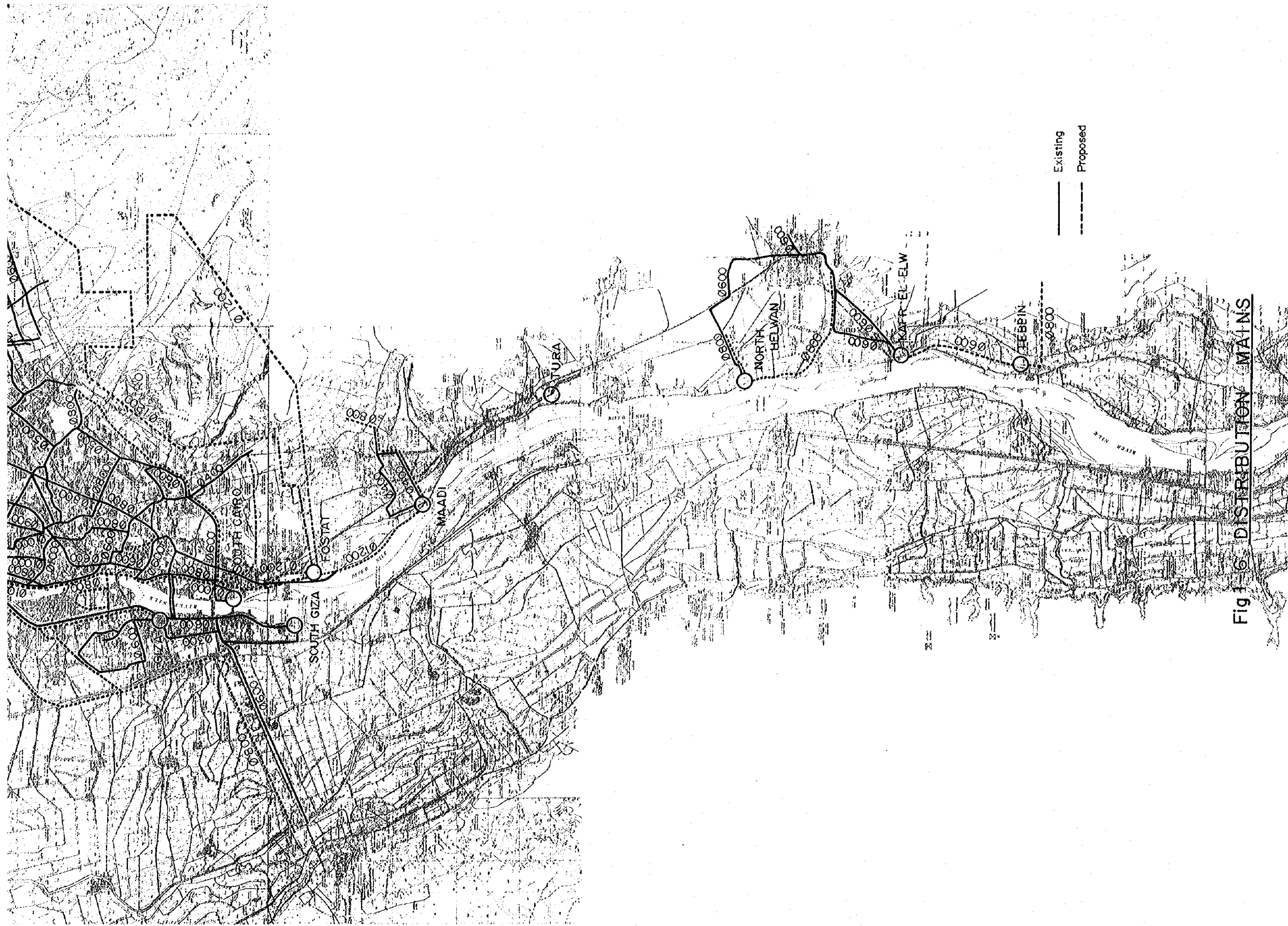


Fig 1-6 DISTRIBUTION MAINS

1-3 原水供給施設

1-3-1 現況施設とその地域

1865年にカイロ市の水道が初めて設置されてから、約80年後に原水供給の施設が2ヶ所建設された。一つはカイロ市の中心地区にかんがいする、カスル・エル・ニール揚水機場(Kasr El Nil)で、もう一つは、マアディ(Maadi)の住宅街をかんがいするための揚水機場であり、後者は浄水場に併設して建設された。

その後、原水供給施設の建設は、一時中断され、緑化のためのかんがいには浄水が使用されていた。しかし、1950年頃より、再び必要性が生じ、かんがい専用のフォム・エル・カリグ(Fom El Khalig)揚水機場が、1960年に建設され、南カイロの住宅地に緑を作るようになった。また、1955年に、カフル・エル・エルウ(Kafir El Elw)の浄水場に、原水揚水機場が併設され、引続いて北カイロ、およびギザ・ギジラ(Giza Giza)(注:ギザ・ギジラ浄水場は、ギザの取水・浄水プラントおよびギジラの井戸からなり、それぞれに、原水揚水機場が併設された。)の各浄水場に、揚水機場が建設された。

現在、揚水施設は、原水供給専用のポンプ場が2ヶ所で、他は浄水場に併設されている。これらはすべて、ナイル河およびナイル河より分岐した運河から取水している。取水口は、スクリーンを取付けてゴミを除去しているが、沈砂池はなかった。また、無論ろ過施設も通していない。

送水は、マアディを除いて、すべて鋼管で送水配水されている。これらのパイプは $5\text{ kg/cm}^2 \sim 15\text{ kg/cm}^2$ の圧力で送水されている。

マアディ地区は、一部開水路によって分土工で導水し、分土工より土管を用いて自然流下方式で配水されている。したがって、地区内には、多くのサイフォン水路橋、分土工等が建設されている。また、自然流下方式であるために、地区内に3ヶ所の加圧ポンプが設置され、流速の低下を防いでいる。

これ等のかんがい方式は、ほとんどが溢流方式とゴムホースによる散水の方式がとられている。ホースによる散水方式は、人夫によって適宜散水されているために、水の損失も小

さく効果的である。しかし、溢流方式は庭園に水をはるために、非常に水の損失が大きく、放水口の附近は、過度のかんがいや浸しよくによって、芝が枯死してる場所もある。

原水供給の不足を緩和するために、カスル・エル・ニルポンプ場と、北カイロポンプ場とを、ガバル・エル・アハメル (Gabal El Ahmer) の調整タンクで連結している。この効果はかなりあるものと推定できる。しかし、このタンク底部には相当量のシルトが堆積している。このシルトの除去施設はみあたらなかった。

その他、公共施設用地が、かんがいを行うのに適した規模にまとまっている地区には、その地区専用の調整タンクも建設されている。

これらの調整タンクの原水供給用ポンプは、24時間稼動が可能である。かんがいは昼間の10時間～12時間において効果があるため、夜間にポンプを稼動させ、調整タンクに貯水する事によって、原水供給施設の全体の容量を増加させる事が出来る。

原水供給の設備を有する地域には、十分に整備されている地域、施設の容量が小さい地域および配管網の少ない地域がある。これらの地域を比較調査すると、緑の量、質に、顕著な差異がみとめられ、緑が地域の環境に重要な位置を占めていることがわかる。

これら、原水供給の施設を有し、かんがいの行われている地域の面積は、図面上より検討すると、約6,700haと考えられる。このうち、緑化緑地面積は、次項で述べる、現況主要市街化地域の各区域毎に、現地の状況を加味して想定した、緑地率に基づいて算定した結果、約2,000haとなった。

1-8-2 生産量と給水区域

現況施設の状況より、カイロ大都市圏の給水区域である、主要市街化地域を大きく分けると、下記のとおりである。

- (1) 北東カイロ……商業地域、住居地域、ナスルシティは、新しく開発された住居地域及び官公庁、文教、公園緑地地区となっている。
- (2)-a 中央カイロ……商業地域、都市中心地区
- (2)-b ザマレク……高級住宅地域、緑地地区

- (3)-a 南カイロ…………… 商業地域、中級住宅地域
- (3)-b マアディ…………… 高級住宅地域
- (4) ヘルワン…………… 工業地域
- (5) ギザ…………… 中級住宅地域

上記の各区域の緑の状況と、かんがい施設の状況をみると、原水によるかんがいの行なわれている地区、浄水によって行なわれている地区、また、十分に行なわれている地区、容量のたりない地区、配水能力のない地区等、全体はアンバランスが生じている。特にマアディ地区のように、十分な供給がなされている地区は少なく、したがって、地域全体では緑が十分であるとは言えない。

原水の利用についてみると、上記各区域全体で1日約184,000m³が、かんがいに使用されている。現在建設中のエル・テビン(El Tebbin)、北東カイロの各浄水場には、原水供給用のポンプが据付けられている。このため、これらのパイプラインネットワークが完成され、稼動をはじめると、1日約200,000m³の生産量となる。

緑化緑地のかんがい単位用水量を、比較的緑の多いマアディについて

市街化地域面積	8,060m ²
被かんがい区域率	60%
緑化緑地率	85%
供給用水量	15,000m ³ /日

として、推定すると

$$15,000 \text{ m}^3/\text{日} \div (8,060,000 \text{ m}^2 \times 0.6 \times 0.85) \approx 8.9 \text{ mm}/\text{日}$$

となる。

1-3-8 供給施設のない地域

現在、原水供給施設の全くない地域は、ヘリオポリス、エンババ、カイロ北部等であり、またヘルワン、ナスルシティの一部やドッキイの一部等もない。

これらの地域の面積は、1-3-1と同様に、図面上より検討すると、約10,500haとなり、軍・政府用地及び周辺市町村の市街化地域を除いた、主要市街化地域面積の約61%である。

この地域の緑化緑地面積は、1-8-2の、各区域毎に、現地の状況を加味して推定した、緑地率に基づいて算定した結果、約2,800haとなった。また、この地域の緑地のかんがいを使用されている上水は、約116,000㎥と推測される。(表-1-14参照)

しかし、この浄水が多くかんがい利用されている地域は、北東カイロ(ヘリオポリス、ナスルンティを含む)中央カイロ、ヘルワンであり、これらの地区で、116,000㎥/日の約84%が使用されている。従って、地域別で検討すれば、浄水よりかんがいへの使用率は10~15%になるであろう。

これらの地域は、いずれも比較的新しく開発、または再開発された地区であるか、あるいは開発途上の地区であり、かんがい用水の不足が、今後ますます生ずるであろうと考えられる。また、中央カイロについては、一部原水供給施設はあるが、その供給量は、緑地規模に比して大変少ない。これには、施設が老朽化したために、能力が低下したと考えられることと、この地域の一部が再開発されたために、施設の建設当時より、緑地が増したことが考えられる。

これら浄水によってかんがいされている地域は、常にかんがいを十分に緑を保っている地域(例えばヘリオポリス)や、枯死しない程度にかんがいでいる地域(例えばヘルワン)等、極端に緑化状態の差が見られる。

また、原水供給施設によってかんがいされている地域と、これらの地域を比較すると、緑地の状態をはじめとして、生活環境全体に差異のあることは歴然としている。

1-8-4 事業施工中の施設

現在原水供給施設のない地域には、水道庁によって、既に2地区の計画が作成され、一部ポンプの据付も完了している。これ等の計画は上水道の需要と供給がバランスされる、1980年までには施工にうつされ、1年~2年おくれですべてを完了させる予定である。すなわち、上水道の建設計画に合わせて、原水供給の計画もすすめられている。

原水供給の施設が全くなく、浄水をかんがいに使用しているヘリオポリスには、浄水場建設工事と併せて原水供給用のポンプが、既に据付けを完了している。ただし、送配水管網は、浄水についても計画が完了していないので、パイプの敷設は行なわれていない。

ヘルワンの地区は、現在、植樹がほとんど行なわれていない。しかし、この地区に浄水を供給する、エル・テビン (El Tebbin) 浄水場には、 $\phi 400$ mm のポンプが、2 台据付けを完了しており、目下、パイプラインの敷設を待っている状態である。

この浄水場には、工業施設の拡大を予定して、低処理の工業用水プラントも既に建設中であり、将来のすべての都市用水の需要に対して応じられるよう、計画がすすめられている。

原水供給は、飲料水の施設が完了した後にそのパイプラインの敷設がすすめられることになっている。しかし、現在着手準備に入っているエンババ浄水場の完成も、1981年で今後6年間の工事期間を要する。通常原水供給施設の建設は2年間程度で完成するので、エジプト政府としては、都市用水開発の後半に、これ等の事業を計画しているようである。

Tab. 1-14 EXISTING CONDITION OF RAW WATER SUPPLY

No.	Zone	District	Classification	Name of Facilities	Distribution Discharge cu.m	Acreage		Rate of Served Area %	Irrigated with Raw Water			
						Feddan	Ha		Total Area Ha	Green Ratio %	Green Area Ha	Unit Water cu,m/Ha
1	North-East Cairo (Nasr City)	Heliopolis El Zaitoun, Nozha, Waili, Mataria	Commercial Area Housing Area	North Cairo Plant (North-East Cairo Plant)	30,240	11,719	4,922	25	1,231	35	431	70
2-a	Central Cairo	Azbakia, Gamalia, Sahel, Saida Zeinab, Bac El Shaaria, etc.	Commercial Area Governmental Offices Area	Kasr-El-Nil Pumping Station	12,000	7,792	3,273	25	818	25	204	59
2-b	Zamalek	Kasr El Nil	Housing Area Green Area	Gizira Pumping Station	14,000	918	386	50 25	193 97	40 90	77 87	85
3-a	South Cairo	Misr-El-Kadima Khalifa	Commercial Area Housing Area	Fom-El-Khalig Pumping Station	9,450	3,175	1,333	50	667	20	133	71
3-b	Maadi	Maadi	Housing Area	Maadi Plant	15,000	1,919	806	60	484	35	169	89
4	Helwan	Helwan	Industrial Area	Kafr-El-Elw Plant (El-Tebbin Plant)	9,600	5,185	2,178	25	544	30	163	59
5	Giza	Embaba, Giza, Agoza El-Ahram, Dokki	Housing Area Education Area	Giza & Gizira Plant	28,800 14,800	10,296	4,324	60	2,594	30	778	56
Total & Average					133,800	41,004	17,222	-	6,628	30	2,042	66

392

WATER SUPPLY

Facilities	Distribution Discharge cu.m	Acreage		Rate of Served Area %	Irrigated with Raw Water				Irrigated with Treated Water				
		Feddan	Ha		Total Area Ha	Green Ratio %	Green Area Ha	Unit Water Use cu.m/Ha	Total Area Ha	Green Ratio %	Green Area Ha	Estimated Unit Water Use cu.m/Ha	Estimated Used Water cu.m
iro Plant ast Cairo Plant)	30,240	11,719	4,922 (2,642)	25	1,231 (831)	35	431	70	3,691 (1,811)	25	923	60	55,380
Nil Pumping	12,000	7,792	3,273	25	818	25	204	59	2,455	20	491	50	24,550
umping	14,000	918	386	50 25	193 97	40 90	77 87	85	96	30	29	70	2,030
halig Pumping	9,450	3,175	1,333	50	667	20	133	71	666	15	100	45	4,500
ant	15,000	1,919	806	60	484	35	169	89	322	15	48	60	2,880
Elw Plant in Plant)	9,600	5,185	2,178	25	544	30	163	59	1,634	15	245	40	9,800
izira Plant	28,800 14,800	10,296	4,324	60	2,594	30	778	56	1,730	25	433	40	17,320
	133,800	41,004	17,222	-	6,628	30	2,042	66	10,594	21	2,269		116,460

第2章 都市用水基本計画

2-1 都市用水計画の基礎

2-1-1 都市計画の概要

カイロ大都市圏は、1952年の7月革命以降、エジプトにおける社会、経済発展の中心として、また、中近東における政治文化の中心として、急激な発展膨脹を遂げてきた。

カイロ市は、これまでに、部分的な住宅地区の開発計画や、公共施設の整備拡充計画は、何度か試みられ、実施されたが、都市全体の将来にわたる計画は存在しなかった。

1960年以降の、工業革命に伴うカイロへの、爆発的な人口流入は、共和国の首都を、このままではその都市的機能を十分に果たすことができない状態にまで過密化させた。

エジプト政府は、そのため、カイロ及び周辺市町村を含めた、カイロ大都市圏の構想を設定し、そのための第一次総合計画に着手した。

カイロの都市計画は、関係各省庁の代表者で構成される、大カイロ計画最高委員会の下部組織である、計画・執行局（注 計画執行局とは、実際には住宅・復興省の下部機構である、計画庁（Physical Planning Organization）の局のうち、大カイロ都市計画局と団体である。）が実際の調査計画を行ない、同委員会の名の下に、1970年に策定された。この都市計画概要書の全文は付属資料として本報告書に添付している。

カイロ大都市圏第一次総合計画は、計画目標年次を1990年とする、20カ年計画であり、当該地域の歴史、産業、人口、都市施設、生活等の全体的な調査に基づき、将来の人口、施設、土地利用計画等の方向をしめしたものである。

これによると、1990年の、当該地域の人口を1,480万人と予測し、現況の市街化地域および周辺の発展地域に、950万人、周辺市町村の市街化地域に117万、残りの418万人を、当該地域の砂漠の中で、適当と考えられる地区に設けた4つの衛星都市に分散させることとなっている。（注1 総合計画報告書の、付表における人口配分では、主要地域が約900万、周辺地域146万とされている。）

しかしながら、この計画は、1973年の中東紛争 およびその後の自由化政策を骨子とする、

*注2

国家総合計画との関連から、将来人口等に変更を行う必要が生じた。これまでに検討された主な変更は次のとおりである。

1) 目標年次は、国家的な他の諸計画と同様に2000年とする。

2) 4つの衛生都市は、そのうちの3都市の計画を中止し、残りの1都市については、その位置が農用地にかかっているため、若干変更し、人口も、2000年までは25万人、その後、50万人までは収容し得るものとする。

(注2 これは、アレキサンドリア周辺地区の工業化計画、サダトシティ計画、スエズ地域のフリーゾーン計画等で、いずれも人口の集中を必要としかつ誘発する要因である。そのため、相対的にカイロ地域の人口増加の大きな要因である人口流入が抑えられることとなる。)

この変更によれば、カイロ大都市圏の1990年又は2000年における人口は、4つの新都市以外の部分の土地利用計画が、現在までのところ変更されていないため、上記の主要地域の950万、市町村の117万及び1つの新都市の25万の、計1,092万人となる。しかし、この総人口については、必ずしも適当とはいえないので、今後の検討によらなければならない。

この将来人口の予測については、その後、計画庁および動員・統計局で、何度か試みられているが、いずれも満足なものではない。

これは、人口の実態調査が10年に1度しか行なわれておらず、(1966年の調査が最も新しく、10年目に当る本年1976年は、行なわれることになっている。)、出生、死亡、住所変更等の届出制度が、ようやく近年に確立されたため、まだ十分な統計資料が得られない。そのため、適格な現在の人口および動態を、推計、推測する事が不可能なことから、注に述べた諸計画の、カイロ大都市圏計画へ及ぼす影響等について、具体的に把握し得る段階に、それらの計画自体が至っていないこと、および都市の将来人口に対する考え方が、政府内部の技術者の間でも統一されていないこと等により、それぞれの予測の間では、仮説の不一致がみられ、また仮説自体が不適当と考えられるものがあるからである。したがってこれらの予測数値(表2-1参照)を比較検討してみても、満足な数値は得られない。

そこで、本報告書では、次項2-1-2で言及するように、これまでに入手した資料を検討し、総合的な観点から、将来人口を予測することとする。

将来人口と共に、都市用水計画を策定する上で、欠かすことの出来ない事項である、将来の土地利用については、その概要を下に示すが、同時に、これについては、現在のところ衛生都市以外は変更されていないので付属資料を参照されたい。

土地利用計画に当って、留意された主な事項は、次のとおりである。

- 1) 現況の土地利用を出来る限り尊重する。
- 2) 現在および将来の需要の予測に基づいて算定された、適正な土地の確保を行う。
- 3) 主要市街化地域の周辺に新しく発展する市街化地域は、現況の市街地と分断し、その間は農地を設け道路で結ぶ。

図2-1は、1990年を目標年次とした、土地利用計画図であるが、これによる将来の土地利用区分及び計画図に基づいて算定した概略土地利用面積は、表2-2のとおりである。

表2-2-a カイロ大都市圏土地利用区分・面積および利用率

土地利用区分	土地利用面積 (km ²)	土地利用率 (%)
市街化地域	404	13.9%
農地	806	27.8
荒地・砂漠	1,610	55.5
水域	80	2.8
合計	2,900	100.0%

注 市街化地域の面積は、第1次総合計画報告書の、Case IIによる衛生都市を含まない主要市街化地域面積である。従って、この面積には軍・政府用地が含まれている。

2-1-2 将来人口の予測

都市の将来人口は、単に過去の流れなら、統計的手法によって予測されたものが、そのまま将来人口となるのではない。

都市政策や都市計画は、その都市を、都市としての機能を果たす上で、最も望ましい形

表 2-2-b 市街化地域における土地利用区分及び面積、利用率

土 地 利 用 区 分	土 地 利 用 率 %	土 地 利 用 面 積 Km ²
一般公益施設用地	1.3 %	5.2 5
教育・医療施設用地	2.4	9.7 0
軍・政府管理地	13.9	56.1 6
公共施設用地	1.8	7.2 7
墓 地	1.5	6.0 6
地 域 緑 地	2.2	8.8 9
観 光 用 地	1.6	6.4 6
公園・運動場	7.3	29.4 9
市街化地域内農地	8.8	35.5 5
新開発住宅用地	16.5	66.6 6
既存住宅地	7.5	30.3 0
老朽住宅密集地	8.9	35.9 6
復興保存建造物地区	0.7	2.8 3
周辺市町村市街化地域	6.8	27.4 7
軽工業地域	0.8	3.2 3
重工業地域	12.5	50.5 0
都市中心地区	1.4	5.6 6
商業・業務地区	2.2	8.8 9
歴史的記念建造物敷地	2.0	8.0 8
合 計	100 %	404 Km ²

注 これらの各土地利用面積には、周辺及び域内の道路が含まれている。

表 2-1 入手資料別人口調査及び人口推計数値比較

入 手 資 料 の 種 類	人 口 (単位: 1,000人)										
	調 査 年 次			推 計 年 次							
	1947	1960	1966	1970	1973	1975	1980	1985	1990	1995	2000
I 1970年3月大カイロ計画最高委員会編 「第1次カイロ大都市圏総合計画概要報告書」 の文中及び付表に記載されているもの	2,962	4,820	6,113	自然増加率 2.4%、社会増加率 2.2% で一定 16600 同 上 社会増加率が 2.2% から 1985 年に 1.1% と 14800 同 上 同 上 0% と な る 13,100 カイロ大都市圏の最大収容人口と仮定されているもの 14800 ニュータウンを計画する場合のニュータウン以外の人口 10,476							
II 1972年7月動員統計局人口研究センター編 「人口—その研究と調査—」 P62 P64	3,022	4,800	6,102	8,223 11,193							
III 1974年12月 動員統計局編 「カイロ1974—人口爆発とその対策—」 に記載されている設値		3,872	4,964	5,719	6,359	6,826	8,146	9,722	11,603	13,847	16,524
IV 1975年 国家総合計画委員会会議資料 「カイロ大都市圏における人口増加とそれに占 める流入人口の重要性」に記載されている6種 の仮定に基づく6つの予測値				7,041		8,405	10,231	11,972	14,289	17,053	23,520
				7,041		8,405	10,211	11,970	13,999	16,435	19,201
				7,041		8,405	10,001	11,867	13,883	16,080	18,548
				7,041		8,405	9,980	11,808	13,541	15,992	17,460
				7,041		8,405	9,970	11,644	13,388	15,152	16,864
				7,041		8,405	9,948	11,539	13,113	14,601	15,915
V 同 上 会議準備委員会提出の調査資料に 記載されている3種の仮定による3つの予測値				7,255		8,947	11,032	13,602	16,772	20,683	25,505
				7,255		8,947	10,910	13,555	15,682	18,485	21,544
				7,255		8,947	10,788	12,716	14,603	16,504	18,163
VI 1975年 計画庁における試算(廃棄された)						7,602		11,849			14,609
VII 1975年12月 VIに対し動員統計局より送付さ れた書簡に示された数値						7,188		10,712			17,405

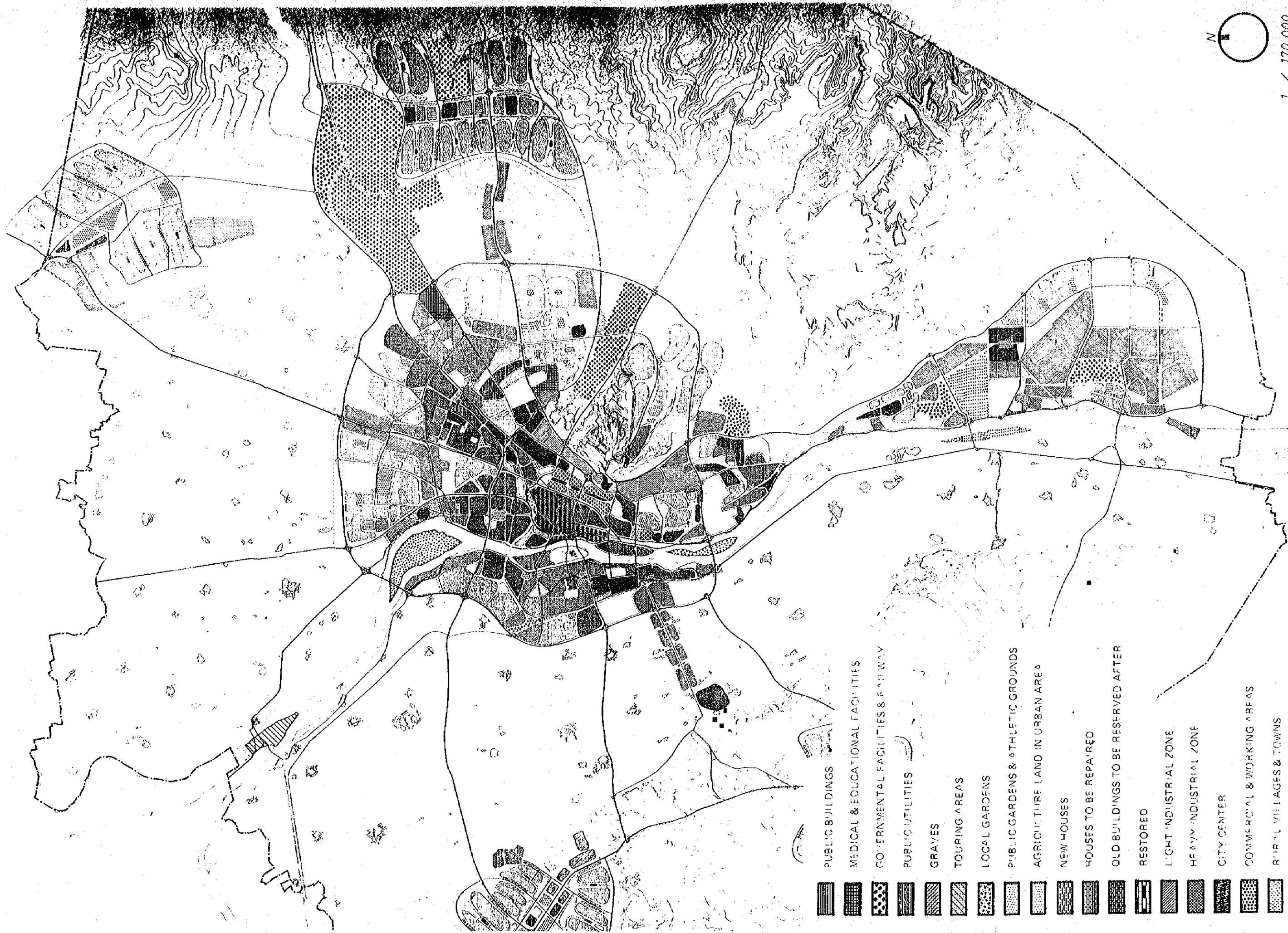


FIG. 2-1

LAND USE PLAN

に発展させて行くために行われるものである。したがって予測された人口が、その都市の現況のあらゆる面と照合した結果、将来人口としてふさわしくないと判断された場合は、政策によって、人口の増加が抑制され、また促進される。すなわち、都市の将来人口は、人口の予測と現況の分析とに基づいて、政策的に計画されるものである。この人口計画を含めて、都市政策を具体化する作業が都市計画である。

しかしながら、前項2-1-1で述べたように、カイロ大都市圏に対する、全国総合開発計画との関連における、明確な政策が確立されてはいない。さらに、人口計画は、土地利用計画、建設年次計画、建設投資計画と密接な関連を持ちながら策定されるが、当該地域のマスタープラン、すなわち、第一次総合計画には、これらの計画についての具体的な記述もない。

本報告書においては、前述のマスタープラン、諸統計、諸人口予測、前項注2で述べた諸計画およびカイロとその周辺の現況等、本調査期間中に入手し得た資料および知り得た情報を、総合的に検討し、以下に掲げる事項をその条件として、地区別の将来人口を、独自に予測した。

条 件

- 1) 2000年における、カイロ大都市圏の総人口をカイロ県1,000万人、その他500万人の、計1,500万人とする。

注1 これは、カイロ県の人口が1,000万人を越えてはならないとする、計画庁の人口配分に対する考え方を尊重すると同時に、都市計画的立場より、カイロ大都市圏の規模が、既存の土地利用計画に従う限り、これ以上大きくなり得ないし、またなってはならないとの判断に立つものである。

- 2) 既存の土地利用計画を尊重する。

- 3) 各地区への、2000年における人口配分率は、第1次総合計画概要報告書に含まれる付表-11における、CaseⅡ（計画が行なわれる場合）の人口配分率に従うものとする。

注2 これによる人口密度は、当然CaseⅡの場合と異なる。

- 4) 中間年次（1975年、1985年）における人口の推計は、各地区毎に別々に行なう。

5) カイロ大都市圏計画は、1970年以来、すでにそれが効力を持っており、それに従った建設も着手されているものとする。

6) 上記の建設は、毎年同規模ずつ行われるものとする。したがって、人口の増加数も一定、すなわち、等差級数的増加を行う。

7) 上記計画の策定から8年後、すなわち1978年より建設の効果が現われるものとし、2000年には、建設効果も終了するものとする。

(注3) したがって、人口増加は前述の付表-11における、Case I (計画の行なわれない場合)の1990年人口と、1966年の人口から求めた年平均人口増加率が、1972年まで適用され、その後は、6)のとおりである。)

以上の条件に基づいた計算の結果を、表-2-8に示す。

2-1-8 都市緑地の予測

カイロの都市用水の中で、重要な位置を占めている都市かんがい用水の、将来の見通しを立てるには、将来の都市緑地について検討されねばならない。

都市における緑地は、下に列挙するように、単に公園や、公共緑地の他に、一般個人住宅の庭園、公益施設用地の庭園や道路の街路樹、中央分離帯等多岐にわたっている。

- 1) 道路緑地
- 2) 公 園
- 3) 住宅緑地
- 4) 公共公益施設用地内緑地
- 5) 市街化地域内農用地
- 6) 公共広場等の緑地
- 7) その他の緑地

都市かんがい用水量は、緑地の種類によって、おのずと差異を生じる。そのため、各緑地毎の面積を予測することが必要である。

(1) 道路緑地

道路率は、現在、カイロ大都市圏において、約20%であるが、将来は約30%に増大される。この内約60%が、地区、住区内サービス用の細街路と考えられ、40%が各種幹線道路で、中央分離帯や街路樹等の植栽が行われると考えられる。したがって、将来

の道路緑地は、次のように算定される。

$$S_1 = A \times U_1 \times a \times b$$

ただし A : 市街地域の全面積 (軍用地を含まない)

$$A = 404 \text{ ㌦} - 56.16 = 347.84 \text{ (㌦)}$$

$$U_1 : \text{道路率} \quad U_1 = 30\%$$

$$a : \text{緑化道路率} \quad a = 40\%$$

$$b : \text{道路内緑地率}$$

これは、中央分離帯の有無、大きさ等によって差があるが、平均30%とする。

$$b = 30\%$$

$$\therefore S_1 = 347.84 \times 0.3 \times 0.4 \times 0.3 = 12.52 \text{ ㌦}$$

(2) 公園等の緑地

表-2-2-bによれば、地域住民全体のためのレクリエーション緑地、観光用地、大規模な公園、運動施設用地の面積は、合計で44.84㌦である。また、遮断緑地としての農地は、35.55㌦である。これらは、いずれも周辺および域内の道路を含んでいる値であるから、道路率を差引いて計算された、すなわち、 $(44.84 \text{ ㌦} + 35.55 \text{ ㌦}) \times 0.7 = 56.27$ が純緑地面積である。これは、2000年の人口1人当り3.75㎡に相当する。

一方、計画によれば、2000年における、1人当りの緑地面積は、8.5㎡とされている。したがって、

$$(8.5 \text{ ㎡} - 3.75 \text{ ㎡}) \times 15,000,000 = 71.25 \text{ ㌦}$$

は、土地利用計画に図示されていない、住居地域内の近隣公園、児童公園等の面積と考えられる。

したがって、農地以外の公園等の緑地の総面積は

$$44.84 \text{ ㌦} \times 0.7 + 71.25 = 102.64 \text{ ㌦}$$

となり、このうち、緑化された部分を、全体の80%とすれば、公園等の緑化面積 S_2 は、

$$S_2 = 102.64 \text{ ㌦} \times 0.8 = 82.11 \text{ ㌦} \quad \text{となる。}$$

(3) 住宅緑地

住居地域において、各住宅地内の緑化率は、建ぺい率にもよるが、約20%と考えられている。

市街化地域全体の、宅地面積Hは、各住宅地域の宅地率を次のように想定して求められる。

$$H = \sum (H_i \times U_{2i}) \quad i = 1, 2, 3, 4, 5$$

ただし、 H_1 : 新開発住宅用地面積 $H_1 = 66.66 \text{ km}^2$

H_2 : 既存住宅地面積 $H_2 = 30.30 \text{ km}^2$

H_3 : 老朽住宅密集地面積 $H_3 = 35.96 \text{ km}^2$

H_4 : 復興保存建造物地区面積 $H_4 = 2.88 \text{ km}^2$

H_5 : 周辺市町村市街化地域面積 $H_5 = 27.47 \text{ km}^2$

また、宅地率 U_{2i} は、それぞれ

U_{21} : 45% ナスルンティ計画を参考にした

U_{22} : 60% 道路率80%、その他10%とする。

U_{23} : 60% 同上

U_{24} : 70% 道路率20%、その他10%とする。

U_{25} : 50% 道路率80%、公共公益施設用地率10%、その他10%とする。

とする。

$$\begin{aligned} \therefore H &= \sum (H_i \times U_{2i}) = 66.66 \text{ km}^2 \times 0.45 + 30.30 \text{ km}^2 \times 0.60 + \\ &\quad 35.96 \times 0.6 + 2.88 \text{ km}^2 \times 0.7 + 27.47 \text{ km}^2 \\ &\quad \times 0.50 = 85.47 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

したがって住宅緑地面積 S_3 は

$$S_3 = H \times 20\% = 17.09 \text{ km}^2$$

と計算される。

(4) 公共・公益施設用地における緑地

これは、一般公益施設、教育施設、医療施設、公共施設等の用地内の緑地である。これらは施設の用途、位置によっても、その敷地の緑化率は異なるが、平均的にみて、住宅緑地と同様とすると、当該緑地面積 S_4 は、

$$S_4 = \{ (\text{公共・公益施設用地地域面積合計}) \times (1 - \text{道路率}) \} \times \text{緑化率}$$

$$\therefore S_4 = (5.22 + 9.70 + 7.27) \times (1 - 0.8) \times 0.2 = 8.11 \text{ ㌦}$$

と計算される。

(5) 市街化地域内農用地（遮断緑地）

表 2-2 によれば、これは 85.55 ㌦であり、その緑化率は 100% であるから緑地面積 S_5 は

$$S_5 = \{ (\text{市街化地域内農用地面積}) \times (1 - \text{道路率}) \} \times \text{緑化率}$$

$$\therefore S_5 = 85.55 \times 0.7 \times 1.0 = 24.89 \text{ ㌦}$$

と計算される。

この農地のうち、約 80% は現在も農地である。これは現況図と、土地利用計画図との比較をすれば明らかである。

(6) その他の緑地

これは、工場敷地内の緑地、住宅センター、地区センター等の広場の緑地、住居地域内に分散する、公共・公益施設用地内の緑地等で、(4) で求められていない緑地および軍用地、飛行場等にみられる緑地である。

工場敷地内緑地、軍用地等内緑地については、その内部計画が想定し得ない事、またこれらの緑地は、都市環境保全の上からは重要であるが、管理上の諸問題、公共性等から、都市かんがい用水計画からは、除外せれるべきであると考えられるため、本項では取り扱わない。

地区センターの面積の合計は表 2-2 により、8.89 ㌦である。

住居地域内に分散する公共・公益施設には、近隣地区施設としての小学校が主なものであり、これは、同表の教育医療施設には、明らかに含まれていない。

小学校用地は、一般に児童 1 人当り 10 m^2 以上必要とされている。また、2000 年における小学校適齢児の就学率が、現在のそれより上まわると予想されるが、人口の構成も先進国型になるとするならば、その該当人口の全人口に対する割合は減少する。そこで、2000 年における、年令別人口構成および学率を想定し、児童数を求めると次のように

になる。

	人口構成率	就 学 率	児童生徒数
6才 ～ 11才	10%	95%	1,425,000

児童1人当りの校地面積を10㎡とするならば、カイロ大都市圏の全小学校校地面積の合計は、

$$1,425,000 \times 10 \div 1,000,000 = 14.25 (\text{km}^2)$$

その他に、教育施設としての幼稚園や、社会福祉施設の用地が考慮されねばならないが、全体量に比して小さいので、取り扱わないものとする。

これらの用地の緑化率を、センター10%、小学校20%とすると、当該緑地面積 S_0 は、次のように計算される。

$$\begin{aligned} S_0 &= 8.89 \times \{ 1 - \text{道路率} (0.8) \} \times 0.1 + 14.25 \times 0.2 \\ &= 3.47 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

これらすべての緑化緑地面積をまとめると、次の通りである。

表-2-4 都市緑地の面積

緑 地 の 種 類	将来の面積 (km ²)
道 路 緑 地	12.52
公 園 等 の 緑 地	82.11
住 宅 緑 地	17.09
公共・公益施設用地内緑地	3.11
そ の 他 の 緑 地	3.47
市 街 地 内 農 地	24.89
合 計	143.19

2-1-4 用水計画の基本構想

水が人間の生活にとって、欠かすことの出来ないものであることは言うまでもないが、

都市における水、すなわち都市用水は、それが 単に、飲料水をはじめとした、一般生活用水のみならず、工業、都市かんがい、消防、都市清掃等の多岐にわたる目的を持っている。

都市生活と、深い係わりを持っている、都市用水問題の解決や計画を行う際には、その都市の、総合的な現況の把握と、都市の将来計画の、十分な検討がなされねばならない。

カイロ大都市圏について言えば、2-1-1で言及したように、その第一次総合計画は策定され、今後の方向についてその大要が示めされてはいるが、国家総合計画との調整や、各地区地域毎に行われる、詳細基本計画や、そのための予備調査がまだ完了していない。すなわち、この第一次総合計画はPre-Master Planと言える。

したがって、2-1-2、および2-1-3で、都市用水の将来的、総合的な見通しを立てるために行った、必要事項の検討には、かなりの仮定を導入せざるを得なかった。しかしながらより正確で、具体的な数値に基づく、都市用水のマスタープランの策定のためには、出来る限り早い機会に、この都市計画が、基本計画の段階まで高められねばならない。

カイロ大都市圏には、主要市街化地域の中央部を、ナイル河が南北に流れているために、水源の面からみれば、位置的にも、量的にも、また若干の問題は指摘されるが、質的にも大変恵まれている。

この恵まれた条件の下に、現在の都市用水施設が建設されてきたが、これは今後とも、南北のナイル河およびイスマリア運河に添った給水区域毎に、プラントが建設され、それぞれ東西に給水されるべきであると考える。

すなわち、現在浄水は、カイロ・ヘリオポリス、カイロ南部・マアディ、ヘルワン、シヨブラ・エル・ヘイマおよびギザ・エンババの5区域に分けて給水されていると考えられるが、現状および将来の都市計画を考慮しながら、浄水供給の面からは同様に5区域、原水供給の面からは、この5区域のうち2区域を、さらに2区域に分けた7区域に、再整備されるべきであると考えられる。

これらの区域の再整備に当っては、全体の関連をもちながら、それぞれの区域毎に、都市用水の需要や特性が検討される。また、この検討に基づいて、施設の計画がおこなわれ、建設がされねばならないことは言うまでもない。

カイロ大都市圏の都市用水は、それをより効率的に計画し、施設を建設し、供給していくために、関連するあらゆる事項を検討した結果、原則的には水道庁の考え方と同様に、各区域の需要に従った、2～8系統の給水システムの確立が必要であるとの結論に達した。

都市用水の需要と供給の、長期的かつ総合的見通しを立てることは、施設の合理的な整備を計って行く上で、不可欠なことである。本報告書においては、2-1-2および2-1-8での諸検討事項に基づき、以下、2-2および2-8で、長期計画の方向性とあわせて検討される。

2-2 水道長期計画

第1章で述べたように、水道庁は、目下のところ供給量の増強に鋭意努力中である。南ギザ浄水場をはじめとする拡張工事、北東カイロ浄水場その他の新設工事、配管本管190kmの拡張布設工事、高架水槽の新增設等、これら工事のほとんどは、1980年までに竣工する予定となっている。

このとき、水量は表2-5のように、3,400,000 m^3 /日となり、その年の需要に余裕をもって応ずることができるようになるはずである。

これまでの、異常ともいえる人口急増の結果、ひとり水道のみならず、他のすべての公共施設に不足をきたすようになっている。

水道の長期計画もまた、このような背景の中で、都市計画の土地利用計画及び人口計画に沿って構想化されなければならないであろう。と同時に、将来生じうる需要の変化に対応していくことができるような柔軟性をもたせるべきであろう。

表2-5 水道庁による水量拡張計画

(単位: 1,000 m^3 /日)

年	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1985
1. 既設分							
浄水場	1,325	1,190	1,190	1,150	1,185	1,185	1,185
深井戸	655	655	655	655	655	655	
2. 拡張							
南ギザ浄水場		80					
北ヘルワン "		40	40				
マアディ "			20	20			
ロード・エル・ファラグ "				50	50		
3. 新設							
北東カイロ浄水場		200	250				
デビン "		75					
エンババ "					150	150	
フォスタット "					150	150	
4. 深井戸		50	50	50	55		
増加水量		310	360	80	390	300	
合計水量	1,980	2,290	2,650	2,730	3,120	3,420	4,140

2-2-1 給水区域区分とその人口

将来の発展の性向および水道供給の観点などの事項を考慮すると、水道の将来計画は、カイロ圏を北東区、中央区、西区、南区、ヘルワン区、その他、(表2-6、図2-2参照)に区域区分したうえで計画する。

(1) 地域的区分

図、1-3および1-6に見られるように西側の地区は他とナイル河で区分されており、川を横断するパイプも非常に少ない。従って、この地区は単独に将来計画を立てるべきであろう。また南のヘルワンも他と遠く離れており、ここも単独に計画する方がよい。

(2) 将来発展の性向

北東地区およびヘルワン地区には、重工業地帯が含まれているので、主に住宅地域として発展する他の地域とは分けて考えるべきである。

また、中央部は現在でも人口が密集しており、将来これ以上に大きくのびることのない状況である。一方隣接する北東地区、南地区はまだ将来発展する余地が大きく、将来計画はこれらを分けて考えるのが望ましい。

以上の考察により、水道の将来計画は大カイロを上記5地区に分けて樹立することとした。

表-2-6 区域区分と将来人口

区 域 名	含 ま れ る 地 区	人 口		
		1975年	1985年	2000年
1) 北 東 区	マタリア、ノズハ、ワイリー、ヘリオポリス、ゼイトゥーン、ショブラ・エル・ヘイマ	1,911,900 人	2,911,000 人	4,882,500 人
2) 中 央 区	バブ・エル・シャリア、ショブラ、サイダ・ザイナブ、アズバキアモモスキ、ブラク、その他中央地区	2,751,400	2,890,800	3,100,200
3) 南 区	ミスル・エル・ガディマ、カリフ、マアディ	929,900	1,442,000	2,210,100
4) 西 区	ギザ、エル・アラーム、ドッキ、エンババ、アゴザ、ギザ村群、エンババ村群	1,549,000	2,108,600	2,935,700

次頁へ続く

区 域 名	含 ま れ る 地 区	人	口	
		1975年	1985年	2000年
5) ヘルワン区	ヘルワン エル・サフ村	420,800人	685,300人	1,082,800人
小 計		7,562,500	10,032,700	13,661,800
そ の 他	その他の村落	726,700	971,600	1,388,700
合 計		8,289,200	11,004,300	15,050,500

表2-6から一見してわかることは、上記5区域が全人口の90%以上を占めていることである。最後の「その他」というのは、周辺に散在する村落であり、今回の水道計画とは別個に考慮されるのが妥当であろう。

また、上表から、中央区はすでに人口過密であり、将来は再開発が行なわれながらもほぼ現状人口を維持し、将来の増加人口は、カイロ周辺の他の4区域（北東区、南区、西区、ヘルワン区）に分散するということができる。従ってカイロ圏の将来水道計画は主としてこの4地区に重点がおかれることになる。

各区域の概要を述べると

(1) 北東区

この区域は、現在東部は住宅地区として、北部は工業地区として、大規模な発展を続けている区域である。

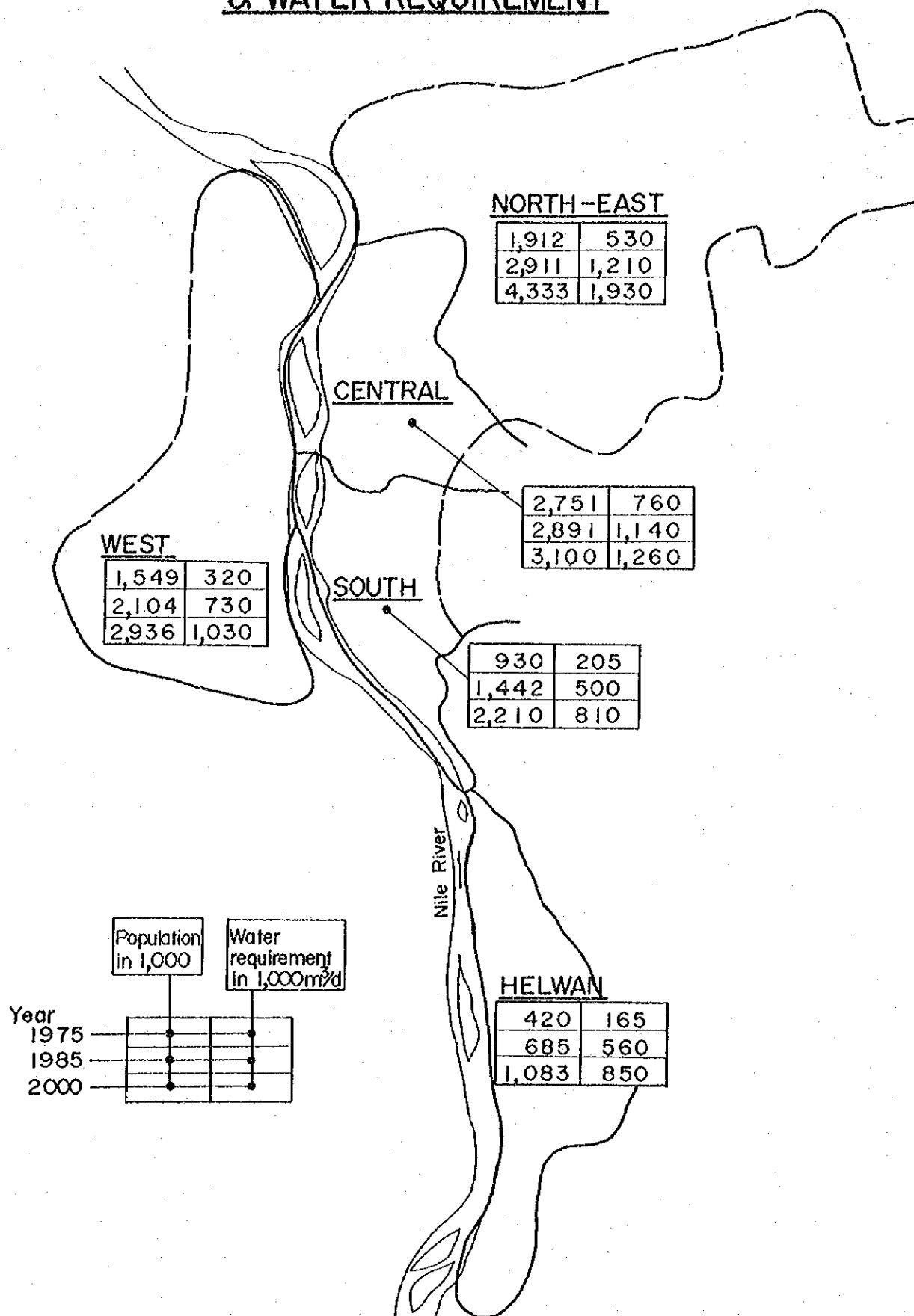
用水は、北カイロ浄水場、ゼイツーン地下水配水場から給水されている。なお、完成間近の北東カイロ浄水場は、1976年に運転開始が予定されている。

(2) 中央区

カイロ大都市圏の中心部であり、現在の水道用水の最大需要地ともなっている。主としてロード・エル・フッラグ浄水場、および北東区と同じく北カイロ浄水場から供給されている。

この区域は、人口は密集地帯であり、全域に水道が普及しているので、将来ある程度の定期的改良工事および追加工事が行われるほかは、大規模な水道の拡張は、必ずしも必

**Fig.2-2 DIVISIONS AND ESTIMATED POPULATION
& WATER REQUIREMENT**



要としないであろうと考えられる。

(3) 南区

この区域は、上記中央区に南接し、近年、主として住宅地として発展しているところであり、マアディ、カリファ及びミスル・エル・カディマの3地区が成っている。

現在マアディは地理的にカイロ中心より離れているが、近い将来他の2地区が稠密化し、マアディと一体化するものと予測されよう。

マアディ地区は、マアディ浄水場から、カリファとミスル・エル・カディマ地区は、主として南カイロ浄水場から給水されているが、将来は、現在計画中であるフォスタット浄水場が、供給の一大中心となるはずである。

(4) 西区

ナイル河西岸の区域で、ギザの大ピラミッドに向かって東西に走るエル・アハラム通りに沿ってと、ナイル河に沿って南北方向へエンババまで続く、大きな発展力の潜在する区域である。

現在は、ギザ浄水場、南ギザ浄水場、それにエル・アハラムの深井戸とから給水されている。南ギザ浄水場は、拡張工事中であり、また将来の水需要の増大に備えて、エンババに大規模浄水場が近々着工の運びとなっている。

(5) ヘルワン区

カイロの最南端のヘルワン区およびエル・サフ村を含めた区域とする。ヘルワンはカイロ中央から遠く隔り、重工業を中心として発展している地域である。

現在は主として、カフル・エル・エルウ及び北ヘルワンの両浄水場から給水されている。北ヘルワンは、拡張工事中であり、別にヘルワンの南端に新設のテビン浄水場が完成し、運転開始を待つばかりとなっている。このテビン浄水場は、家庭用飲料水はもちろんのこと、庭園、街路樹散水用水のほか、工業用水をも生産するよう計画されており、それぞれの目的とする水質に応じて、処理水または原水を供給することができるよう設計されている。

2-2-2 需要水量

カイロにおける一人あたり給水量の推移は次のようになっている。

1960年		145	ℓ/人・日
1966年		180	"
1970年		197	"
1975年		260	"

この数字は、その年の日最大給水量を、全人口で除した数値であるが、1-2-2で述べたように、家庭用水のほか、工場用水、公共用水、樹木散水用水、漏水等をすべて含んでいる。

水道用水が、庭園、街路樹のための散水に使用されていることは、極度の乾燥気候帯にあるカイロではある程度やむを得ないところであろう。もっとも、おしなべて水道用水とは別にそのための原水供給設備がなされてはいるが。

水道庁は、現行の水不足を早急に解除すべく努力中であり、1980年には、合計水量、8,420,000 m^3 /日とする計画である。これは一人あたり水量に換算すると370 ℓ/日に相当する。

このような状況および諸外国の大都市の傾向から推して、将来の1人あたり給水量は、工業用水を除いて、1985年に380 ℓ/日、2000年のそれを390 ℓ/日と設定することにした。

(1) 区域ごとの一人あたり給水量(原単位)

上述の原単位は、全給水区域の平均値であり、区域ごとでは、その区域の性格によって異ってくるはずのものである。

中央区と北東区では、工業地域を除いて、住宅・事務所の中心地帯となり、平均値よりやや大きく、1985年に390 ℓ/日、2000年に400 ℓ/日とした。

南区は中央区に続くものとし、それよりやや小さく、1985年に350 ℓ/日、2000年に370 ℓ/日とした。

西区はカイロ中央部から隔たり、将来の住宅地と目されており、原単位は1985年

に840ℓ/日、2000年に850ℓ/日とすることにした。

ヘルワン区はカイロ中心部より遠く隔たり、住宅のほか、重工業地区として発展する区域である。ここでは家庭用水として1985年に820ℓ/日、2000年に880ℓ/日とするが、別途に計画する工業用水を含めると一人あたり原単位は1985年及び2000年に400ℓ/日となる。

(2) 工業用水量

北東カイロ(ショブラ・エル・ヘイマ)と、ヘルワン両地区の重工業地帯へは、工業用水を飲料水とは別個に供給計画するのが妥当であろう。

2000年における工業用水需要量は、原単位を面積あたり水量とし、これに将来の工場の立地面積を乗じて求めることとした。原単位は工業の種類、規模によって異なってくるが、日本の例等を参考として、1haあたり250~350m³/日と見積ることとした。

表2-7 工業用水量(2000年)

区 域	工場面積	原 単 位	用 水 量
北 東 区	800ha	250 m ³ /ha・d	200,000 m ³ /a
ヘルワン区	1,200ha	350 "	425,000 "

(註) ヘルワン区は主として製鉄工場帯である。

(3) 全需要量

したがって、将来の区域ごとの需要水量は表2-8のようになる。

表2-8 将来需要水量表

区域・用途	1985年			2000年		
	人 口 (1,000人)	原 単 位 (ℓ/人・日)	水 量 (1,000m ³ /日)	人 口 (1,000人)	原 単 位 (ℓ/人・日)	水 量 (1,000m ³ /日)
家庭用水						
1) 北東区	2,911	890	1,160	4,333	400	1,730
2) 中央区	2,891	890	1,140	3,100	400	1,260

次頁へ続く

3) 南 区	1,442	350	500	2,210	370	810
4) 西 区	2,104	340	780	2,986	350	1,080
5) ヘル ン区	685	400	295	1,088	400	425
小 計	10,033	880	3,825	13,661	890	5,255
工業用水						
北 東 区			50			200
ヘル ン区			265			425
小 計			315			625
合 計		410	4,140		480	5,880

また図2-8は、人口と水量の推移図であるが、これをみると、人口はほど直線的に伸びているのに、水量はここ10年間ほど、中だるみの状態になっている。

このことから、水量不足が目立ちはじめた頃対策にとりかかり、その成果がだんだん実りはじめてきつつあるということがわかる。

ここ5～6年には、供給水量が需要水量に追いつくであろうと予測される。

2-2-3 水源確保と飲料水の水質基準

(1) 水 源

将来、水源については、現状と同様に、ナイル河表流水と、地下水の利用で計画する。ナイル河は、水量が十分であるし、地下水も、水質基準に適合すればかなり利用することができよう。

1-2-3(1)の、水源の項で述べたように、ナイル河の水には 類が多く含まれている。適正な処理方法によって藻類は除去できるが、なお藻類に起因する臭気発生の懸念については、監視をおこなうことができない。

幸い今は問題となっていないが、将来、喚起すべきもうひとつのファクターは、公共用水および工場排水による、ナイル河の汚濁である。

ひろく諸外国の例にみられるように、工業の発展につれて、工場排水の量が多くなり水源の汚染が懸念されるのである。水道の立場からいうと、汚染の傾向は、監視され続け

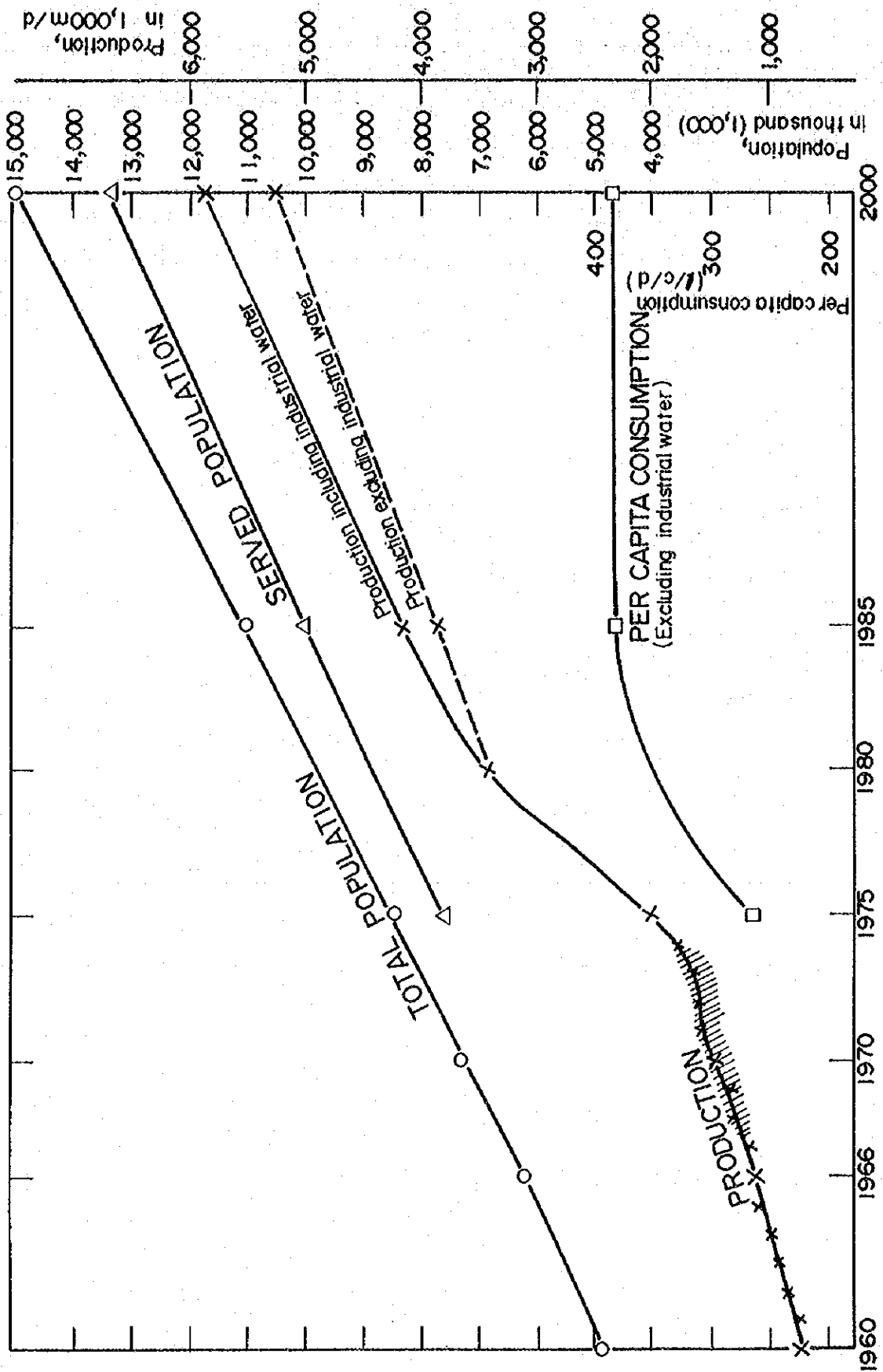
表2-3 カイロ大都市圏における将来人口の予測(1)

行政地区名	(1) 1966年の人口 (1000人)	(2) Case Iによる 1990年の推計 人口 (1000人)	(3) (1)-(2)への年平均 人口増加率 (%)	(4) (1)及び(3)による 1972年の人口 (1000人)	(5) Case IIによる 人口配分率 (%)	(6) 2000年にお ける仮定人口 (1000人)	(7) 年当りの増加人口 $\{(6)-(4)\}/28$ (人)	(8) 1975年の推計人 口 $(4)+3\times(7)$ (1000人)	(9) 1985年の推計人 口 $(4)+13\times(7)$ (1000人)
エル・アズバキア	63.7	72.7	0.55	65.8	0.885	88.5	81.1	68.2	76.3
エル・ガマリヤ	150.9	207.5	1.34	163.4	2.623	262.3	85.32	174.0	209.3
エル・カリファ	233.2	544.3	3.59	288.2	7.784	778.4	175.07	340.7	515.8
エル・ダルブ・エル・アハマル	151.9	189.8	0.93	160.6	2.036	203.6	15.36	165.2	180.5
エル・ゼイトゥーン	129.3	344.7	4.17	165.2	1.821	182.1	60.4	167.0	196.5
エル・シャヒール	376.9	1,128.0	4.67	495.6	6.623	662.3	69.54	513.5	573.0
エル・サイーダ・ゼイナブ	276.7	429.9	1.85	308.9	2.889	288.9	- 71.4	306.8	299.6
エル・ザヒール	109.3	176.9	2.03	123.3	1.601	160.1	13.14	127.2	140.4
エル・マタリア	315.5	1,606.3	7.02	474.0	13.028	1,302.8	296.00	562.8	858.8
エル・マアディ	140.5	433.7	4.81	186.2	9.805	980.5	283.68	271.3	555.0
エル・モスキイ	36.3	36.5	0.02	36.3	0.498	49.8	48.2	37.7	42.6
エル・ワイリー	362.2	691.5	2.73	425.7	6.081	608.1	65.14	445.2	510.4
バブ・エル・シャリア	149.6	169.1	0.51	154.2	1.433	143.3	- 38.9	153.0	149.1
ブラーク	201.6	240.4	0.74	210.7	1.451	145.1	- 23.43	203.6	180.2
ヘルワン	203.5	1,002.7	6.87	303.2	9.457	945.9	229.54	372.1	601.6
ロード・エル・ファラグ	283.0	447.0	1.92	317.2	2.702	270.2	- 16.79	312.2	295.4
ショブラ	412.3	1,104.9	4.19	527.4	6.263	626.3	85.32	538.0	573.3
アベディン	98.5	121.7	0.89	103.9	1.375	137.5	12.00	107.5	119.5
カスル・エル・ニル	41.0	46.9	0.56	42.4	0.623	62.3	7.11	44.5	51.6
ミスル・エル・ガディーダ	166.3	564.4	5.23	225.8	8.296	829.6	215.64	290.5	506.1
ミスル・エル・カディーマ	254.3	504.8	2.90	301.9	4.512	451.2	53.32	317.9	371.2
エル・ノズハ	63.2	246.9	5.84	88.8	8.211	821.1	261.53	167.3	436.3
カイロ県 小計	4,219.9	10,310.8	3.79	5,168.7	100	10,000.0	172.534	5,686.2	7,442.5

表2-3 カイロ大都市圏における将来人口の予測(2)

行政地区名	(1) 1966年の人口 (1000人)	(2) Case Iによる 1990年の 推計人口 (1000人)	(3) (1)-(2)への年 平均人口増加率 (%)	(4) (1)及び(3)による 1972年の人口 (1000人)	(5) Case IIによる 人口配分率 (%)	(6) 2000年におけ る仮定人口 (1000人)	(7) 年当りの増加人口 (6)-(4)/28 (人)	(8) 1975年の推計人 口 (4)+3×(7) (1000人)	(9) 1985年の推計人 口 (4)+13×(7) (1000人)
エル・ギーザ	226.5	532.2	3.62	280.4	11.774	588.7	11,011	313.4	423.5
エル・ドッキ	167.4	67.25	5.97	237.0	8.340	417.0	6,429	256.3	320.6
エル・アハラム	68.8	154.2	3.42	84.2	6.378	318.9	8,383	109.3	193.2
エンババ	199.4	778.7	5.84	280.3	9.812	490.6	7,511	302.8	377.9
エル・アゴザ	74.7	240.6	4.99	100.1	5.838	291.9	6,851	120.7	189.2
ギザ市 小計	736.8	2,378.2	5.00	982.0	42.142	2,107.1	40,185	1,102.5	1,504.4
エル・ハワムディア	36.2	62.0	2.27	41.4	2.028	101.4	2,143	47.8	69.3
ギザ地方村落	69.3	102.0	1.62	76.3	3.244	162.2	3,068	85.5	116.2
エンババ地方村落	282.5	478.9	2.22	322.3	13.328	666.4	12,289	359.2	482.1
エル・バドラシェン	18.6	82.7	6.41	27.0	0.939	46.7	703	29.1	36.1
バドラシェン地方村落	117.6	166.2	1.45	128.2	5.207	260.4	4,721	142.4	189.6
エル・サフ地方村落	31.7	62.0	2.83	37.5	2.738	136.9	3,550	48.2	83.7
ギザ県 小計	1,292.7	3,332.0	4.02	1,614.7	69.626	3,481.1	66,659	1,814.7	2,481.4
ショブラ・エル・ヘイマ	172.9	622.8	5.48	238.2	11.774	588.7	12,518	275.8	400.9
カリユーブ	49.3	66.8	1.27	53.2	2.126	106.4	1,896	58.9	77.8
カリユーブ地方村落	96.4	120.1	0.92	101.8	3.830	191.5	3,204	111.4	143.5
シェビン・エル・カナーテル地方村落	33.6	36.9	0.39	34.4	1.220	61.0	950	37.3	46.8
ハンカ	28.1	46.3	2.10	31.8	1.514	75.8	1,568	36.5	52.2
ハンカ地方村落	95.0	152.3	1.99	106.9	4.994	249.7	5,100	122.2	173.2
エル・カナーテル・エル・ノイレイヤ	22.5	32.3	1.52	24.6	1.079	54.0	1,050	27.8	38.3
エル・カナーテル・エル・ノイレイヤ 地方村落	102.6	132.5	1.07	109.4	3.336	191.8	2,943	118.2	147.7
カリユーブ県 小計	600.4	1,210.0	2.98	700.3	30.373	1,518.9	29,229	788.1	1,080.4
ギザ県・カリユーブ県合計	1,892.1	4,542.0	3.71	2,315.0	100.000	5,000.0	95,888	2,602.8	3,561.8
カイロ大都市圏 合計	6,113.0	14,852.8	3.77	7,483.7		15,000.0	268,422	8,289.0	11,004.3

Fig 2 -3 TREND OF POPULATION, PRODUCTION & PER CAPITA CONSUMPTION



なければならないし、同時に排水処理方法も、確立されなければならない。

地下水利用の重要性については、あらためて述べるまでもないが、個々の井戸についてみると、その寿命は必ずしも長くはないし、水量も全体の需要量に比較すると小さいので、この長期計画では、地下水を削減することにした。

地下水は、ナイル河に沿って、広く存在しているので、水道水の不足がちなところ、また既存施設の拡張の困難なところでは、井戸を掘って地下水を利用するのが一方法であろう。また、時間的に余裕がないような時には、本施設が完了するまで、臨時水源施設として手軽に利用することができる。

(2) 飲料水の水質基準

カイロ水道庁で制定している、現行の飲料水水質基準を表2-9に掲げる。参考としてWHOおよび日本の水質基準値も示した。

WHOの基準は、国際的に汎用すべく定められているので、その国、地方の実情にあわせることができるように数値範囲で表現されている水質項目があり、水道庁の基準値はそのほとんどが、この許容範囲におさまっている。

詳細および将来改訂のための助言は付属資料A-8に述べることとする。

なお、将来廃水等による、ナイル川水質の悪化にともない、洗剤、カドミウム、水銀等の水質項目を検討し、必要に応じて水質基準に追加することが望ましい。

また、地下水が手軽に広く利用されていることを考えあわせると、鉄およびマンガンの許容値は、もう少し小さめに改訂されてもよいのではなかろうか。

表 2 - 9 飲料水水質基準比較表

項 目	単 位	カイロ水道庁 (暫定基準)	WHO国際基準(1971年)		日 本
			目 標 値	最大許容値	
(A) 物理試験					
色 度	ppm	25	5	50	5
濁 度	#	5(ろ過水)	5	25	2
		10(地下水)			
臭 気・味			不快でないこと		異常でないこと
(B) 化学試験					
鉛	ppm Pb	0.05	暫定基準=0.1		0.1
砒 素	# As	0.1	# =0.05		0.05
六価クロム	# Cr ⁶⁺	0.05			0.05
シアン化物	# CN	0.02	暫定基準=0.05		検出されないこと
弗 素	# F	0.5	推奨値=0.6~0.8 (年間平均最高温度26.3 ~32.6℃の場合)		0.8 0.8
硝 酸 塩	# N	10.0			10
総溶解物質	# 120C	1,000	500	1,500	500
鉄	# Fe	1.0	0.1	1.0	0.3
マンガン	# Mn	0.5	0.05	0.5	0.3 (0.05)
銅	# Cu	1.5	0.05	1.5	1.0
亜 鉛	# Zn	15	5.0	15	1.0
マグネシウム	# Mg	75	30(SO ₄ <250) 150(#>250)	150	
カルシウム	# Ca	125	75	200	
総 硬 度	# CaCO ₃	400	100	500	300
硫 酸 塩	# SO ₄	300	200	400	
塩 化 物	# Cl	400	200	600	200
フェノール類	# phenol	0.002	0.001	0.002	0.005
P H		6.8 ~ 8.5	7.0~8.5	6.5~9.2	5.8~8.6
陰イオン活性剤			0.2	1.0	0.5
カドミウム	ppm Cd		暫定基準=0.01		0.01

項 目	単 位	カイロ水道庁 (暫定基準)	WHO国際基準(1971年)		目 本
			目 標 値	最大許容量	
水 銀	ppm, Hg		暫定基準=0.001		検出されないこと
(C)細菌試験					
大腸菌群または E. Coli	MPN / 100ml	処理水: 100ml 中に大腸菌群が1 ヶを越えてはなら ない。 未処理地下水: 100ml中に大腸 菌群が10ヶを越 えてはならない。 またいかなる場合 も病気の原因とな る, または健康に 障害のある微生物 または寄生虫を含 んではならない。	処理水: (1)年間を通じ試料の95%が100 ml中に大腸菌群を含まないこと。 (2)100ml中にE. Coliを含まな いこと。 (3)100ml中に大腸菌を10ヶ以上 含まないこと。 (4)連続する資料100ml中に大腸菌 群が検出されないこと。 未処理水: (1)100ml中にE. Coliを含んでは ならない。 (2)定期的かつ頻繁な試料テストで 100ml中大腸菌群が3ヶより少な いこと。		検出されないこと

2-2-4 処理プロセス

(1) 計画処理プロセス

将来の、浄水場の処理プロセスには、まず第一に、原水水質の特性、すなわち、ナイル河表流水の藻類の高濃度と、低濁度に対するプロセスが講じられなければならない。

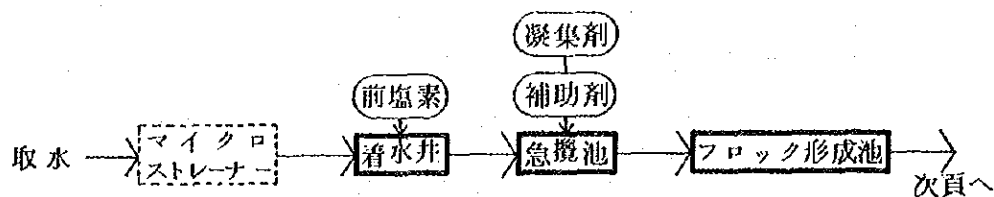
次に、水処理に従事する職員の熟練度と、知識を考慮するとき、これらのプロセスは従来のものでできるだけ似かよったものであるという配慮が必要であろう。

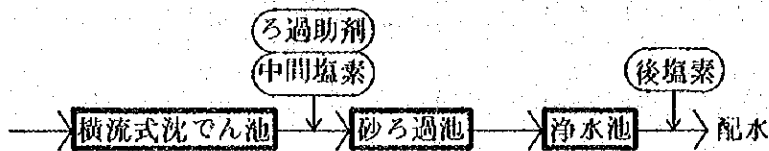
経済的に建設でき、維持管理が容易であることも必要条件である。

これらを総合的に考察すると将来の浄水場には図2-4のような処理プロセスの採用が望ましい。

図2-4

計画処理プロセス図





(註) マイクロストレーナーおよび中間塩素は、将来そのときの実状に応じて計画する。

(2) 計画プロセスの主要事項

カイロの既存の浄水場の、従来の平均的プロセスと異なる主要点をあげると、

1) 凝集沈でん

凝集沈でん設備は、急速攪拌池、フロック形成池および横流式沈でん池から成る。

この形式の沈でん池は、水量および水質の急変に対して安定度の高いものである。特に、施設であまり考慮を払われていない、凝集作用に重点をおきたい。

2) マイクロストレーナー

藻類が極度に高濃度有的时候には、通常の凝集沈でんのみでは、これを除去することができない。このような場合、ろ過池の負担を軽くする意図も含めて、マイクロストレーナーの採用が有効となろう。従って、将来必要に応じて、これを設置することができるよう、配慮をしておくことが望ましい。ただし、これが全ての藻類に有効とは言えないので、実験により効果をつかむことが先決である。

3) 中間塩素

現在、前塩素および後塩素が注入されているが、前塩素のみでは効果が十分でないとき、また、2段階に分けた方が経済的となる場合には、これに加えて、中間塩素処理を用いるのが望ましい。

沈でん水に塩素を加えるのであるが、ろ過水に、残留塩素が見られるのであれば、中間塩素は必要としない。

4) 使用薬品

現在使用中の硫酸ばんどに代えて、凝集剤として、鉄塩を利用したらどうだろうか。ばんどの場合より、重くて沈降性のよいフロックができるからである。

鉄塩の入手が困難であれば、ばんどに有機高分子を添加するのが一法である。この

場合、重いフロックとするために、粘土、泥、微粒砂等を加えるのが望ましい。

1-2-4の(4)項のナルコは、凝集剤としてよりもむしろ、フレークスルー現象を防止するために、ろ過助剤として、ろ過池直前に注入する方がよいであろう。

5) ろ過池

カイロに現在普及している形式のろ過池形式は、優れた機能を持っているが、必ずしも弱点なしとはいいがたい。表面洗浄設備のないことおよび排水トラフのないことがそれであり、マッドボール発生の一因となっている。将来計画では表洗およびトラフを設置することとしたい。

6) 浄水場平面計画

上述のプロセスに基づく、浄水場の配置例を図2-5に示した。将来計画の、新モストロッド浄水場を想定したもので、処理水量は600,000 m^3 /日である。

2-2-5 長期計画の水道システム

将来の目標年次を2000年とすると、これを2期に分けて計画するのが实际的であろう。すなわち第1期を1976年～1985年の10年間、第2期を1986年～2000年の15年間として計画する。

現在進行中または予定されているプロジェクトは、すべて第1期に含まれることになる。

第1期事業は、さらに5年間ずつ、前期および後期に区分することができよう。前期の基本目的は、これまで不足していた水量を、本来の需要水量にまで高めることであり、これは別に第8章でとりあげることにした。後期は、前期の継続事業となるものである。

第2期事業は、新規事業に見合わせるための拡張事業として、新設工事が主体である。

以上をまとめると

第1期事業(1976年～1985年)

前期: 1976年～1980年 水不足の解消

後期: 1981年～1985年 上記の継続事業

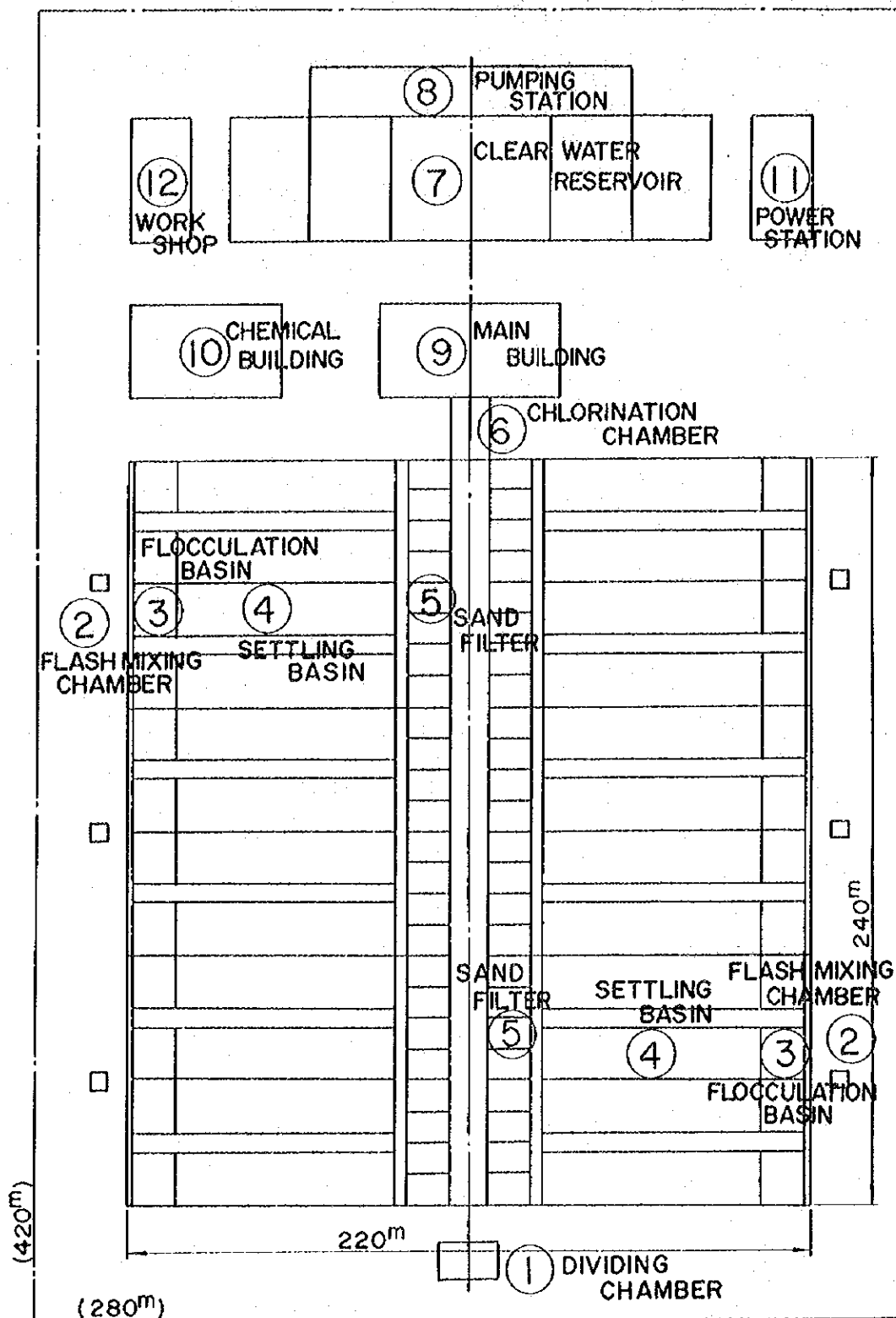
第2期事業(1986年～2000年)

新規需要に対する水道施設の拡充、新設。

Fig.2 -5 LAYOUT OF NEW MOSTROD PLANT

(PRODUCTION : 600,000m³/d)

S = 1 : 200



- ① DIVIDING CHAMBER.
- ② FLASH MIXING CHAMBER.
- ③ FLOCCULATION BASIN.
- ④ SETTLING BASIN.
- ⑤ SAND FILTER.
- ⑥ CHLORINATION CHAMBER.

- ⑦ CLEAR WATER RESERVOIR.
- ⑧ PUMPING STATION.
- ⑨ MAIN BUILDING.
- ⑩ CHEMICAL BUILDING.
- ⑪ POWER STATION.
- ⑫ WORK SHOP.

(1) 第1期事業(1976年～1985年)の概要

(表2-10および図2-7参照)

- 1) 水不足の解消と、増加需要に対処すべく、供給可能水量を、現行の1,980,000 m^3 /日から、4,140,000 m^3 /日に引き上げること。
- 2) ヘルワンとショブラ・エル・ヘイマの2個所に、工事用水道を建設すること。
- 3) 浄水場の過負荷運転を回避し、最適水量で運転できるようにすること。
- 4) 新設浄水場
 - イ) エンババ浄水場……400,000 m^3 /日(表流水300,000 m^3 /日、地下水100,000 m^3 /日)
 - ロ) 北東カイロ浄水場……630,000 m^3 /日(表流水450,000 m^3 /日、地下水180,000 m^3 /日)
 - ハ) フォスタット浄水場……600,000 m^3 /日(表流水)
 - ニ) テビン浄水場……365,000 m^3 /日(表流水340,000 m^3 /日、地下水25,000 m^3 /日)、このうち265,000 m^3 /日は工業用水。
 - ホ) ショブラ・エル・ヘイマ浄水場…250,000 m^3 /日(表流水150,000 m^3 /日、地下水100,000 m^3 /日)、このうち50,000 m^3 /日は工業用水。
- 5) 拡張浄水場
 - イ) ロード・エル・ファラグ浄水場
 - ロ) 南ギザ浄水場
 - ハ) マアディ浄水場
 - ニ) 北ヘルワン浄水場
- 6) セイツーン地下水場は、水質が著るしく悪化してきているので、廃止するか別用途に振りむけることにする。

(2) 第2期事業(1986年～2000年)の概要

(表2-11及び図2-8参照)

- 1) 水量を、1985年の4,140,000 m^3 /日から、2000年までに、5,880,000 m^3 /日に増強すること。

2) 工業用水道を拡張すること。

3) 新設浄水場

新ムスロッド浄水場……600,000 m^3 /日(表流水)

4) 拡張浄水場

イ) ショブラ・エル・ヘイマ浄水場(工業用水を含む)

ロ) エンババ浄水場

ハ) テビン浄水場(工業用水を含む)

ニ) 南ギザ浄水場

表2-10 第1期事業の概要(1976年~1985年)

(数字の単位は m^3 /日)

区域・需要水量	依存浄水場と水量内訳	主 要 事 項
1) 北 東 区 1,210,000	北東カイロ → 630,000 ショブラ・エル・ヘイマ → 250,000 北カイロ → 330,000	- 北東カイロ浄水場は表流水450,000、地下水180,000、計630,000 - ショブラ・エル・ヘイマ浄水場は表流水150,000(このうち家庭用100,000、工業用水50,000)、地下水100,000、計250,000 - ザイツーン地下水場は水質悪化のため使用停止。
2) 中 央 区 1,140,000	北カイロ → 150,000 ロード・エル・ファラグ → 580,000 エンババ → 100,000 南カイロ → 110,000 フォスタット → 200,000	- ロード・エル・ファラグ浄水場は100,000拡張する。 - この浄水場が供給の主体なれど、北カイロ、南カイロ、エンババ及びギザより応援給水を受ける。
3) 南 区 500,000	フォスタット → 400,000 マアディ → 100,000	- 新設のフォスタット浄水場が、この地区の北部を担当する。 - マアディ浄水場は40,000拡張して南部に給水する。
4) 西 区 730,000	エンババ → 300,000 ギザ → 150,000 南ギザ → 250,000 エル・アラーム → 30,000	- エンババ浄水場新設、表流水300,000、地下水100,000、計400,000、25%は中央区、75%は西区へ。 - 南ギザ浄水場は180,000拡張する。
5) ヘルワン区 560,000	北ヘルワン → 135,000 カフル・エル・エルウ → 60,000 テビン → 365,000	- 北ヘルワン浄水場は80,000拡張する。 - 新設のテビン浄水場は340,000でこのうち、工業用水265,000、家庭用水75,000。なお、既設の地下水25,000あり。

Fig.2-6 ESTIMATED WATER SUPPLY SYSTEM IN 1975

TOTAL PRODUCTION=1,980,000 m³/d
(ALL FIGURES BELOW: 1,000 m³/d)

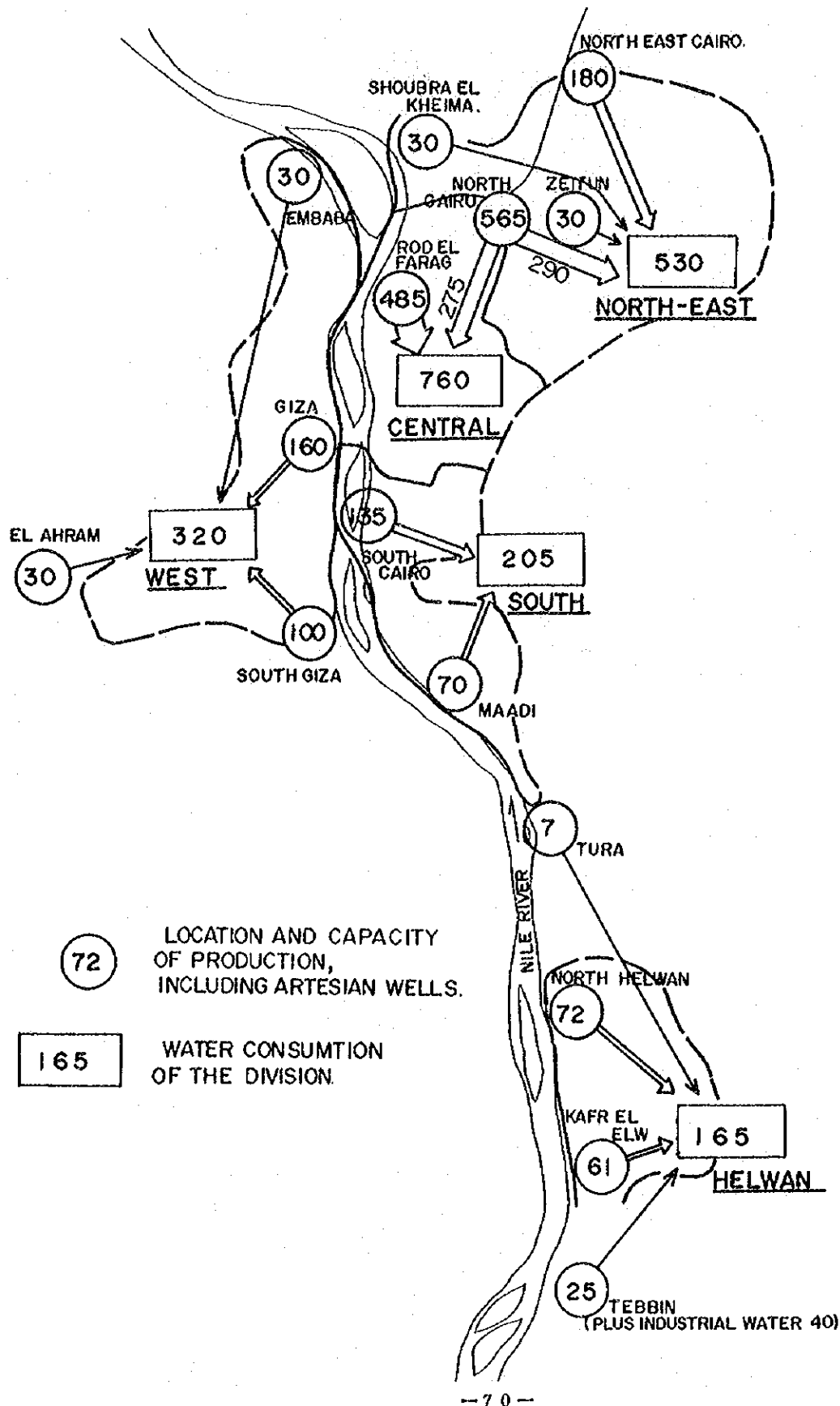


Fig.2 -7 WATER SUPPLY SYSTEM IN 1985

TOTAL PRODUCTION = 4,140,000m³/d
(ALL FIGURES BELOW: 1,000m³/d)

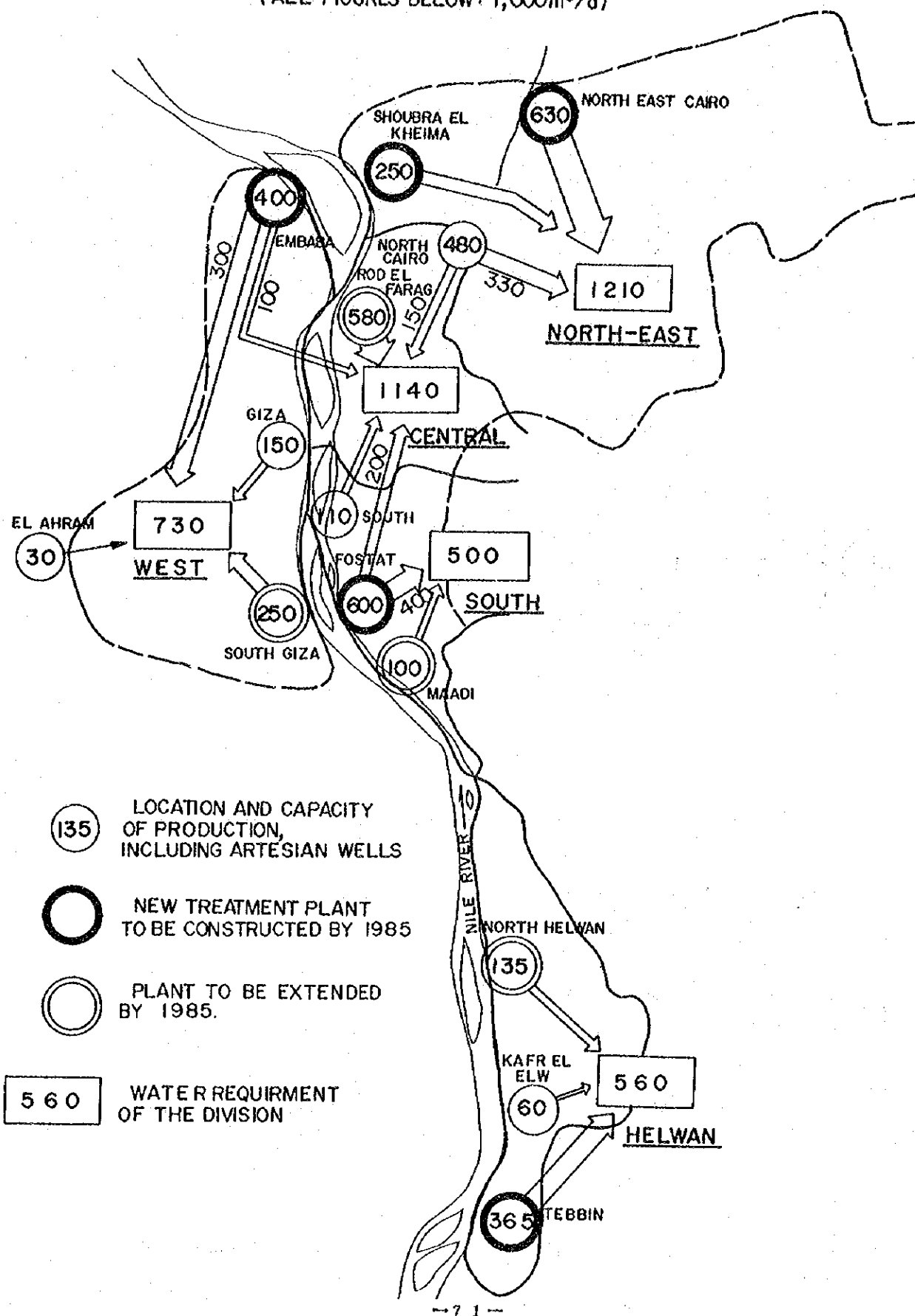


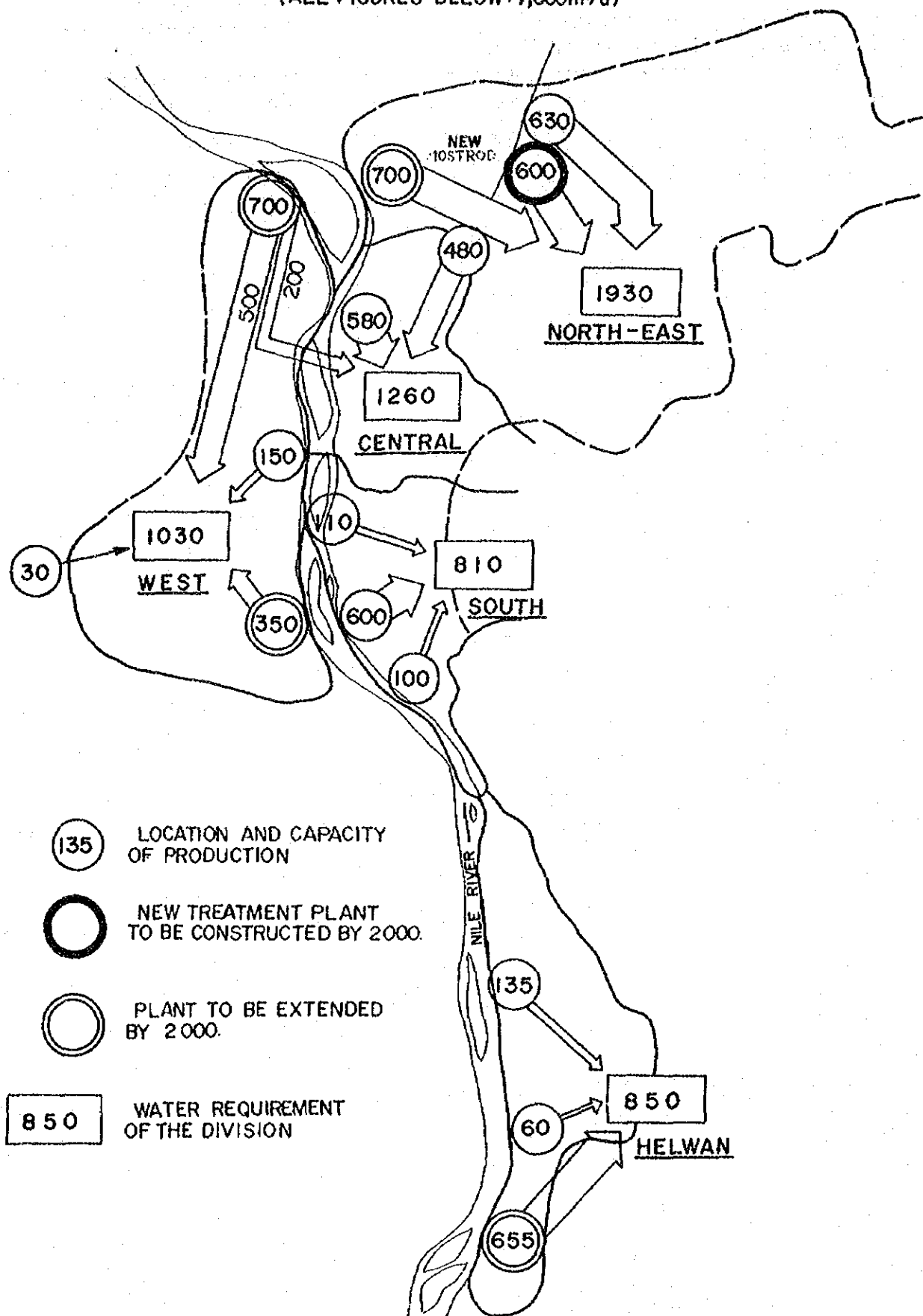
表 2-11 第2期事業の概要(1986年~2000年)

(数字は単位は m^3 /日)

区域・需要水量	依存浄水場と水量内訳	主 要 事 項
1) 北 東 区 1,930,000	北 東 カ イ ロ→680,000 新ムストロッド→600,000 ショブラ・エル・ヘイマ→700,000	○新ムストロッド浄水場600,000新設。イスマイリア運河から取水。 ○ショブラ・エル・ヘイマ浄水場450,000追加(このうち150,000は工業用水)最終700,000となる。(このうち工業用水は200,000) ○3浄水場がこの地区専用となる。
2) 中 央 区 1,260,000	北 カ イ ロ→480,000 ロード・エル・フッラダ→580,000 エ ン バ バ→200,000	○ロード・エル・フッラダと北カイロの両浄水場がこの地区の主体給水源。エンババ浄水場からは応援給水。
3) 南 区 810,000	フ ォ ス タ ッ ト→600,000 マ ア デ イ→100,000 南 カ イ ロ→110,000	○3浄水場がこの地区専用給水。
4) 西 区 1,030,000	エ ン バ バ→500,000 ギ ザ→150,000 南 ギ ザ→350,000 エル・アールム→30,000	○エンババ浄水場は300,000追加 ○ギザ及び南ギザの両浄水場はこの地区専用となる。 ○南ギザは100,000m^3/日追加。
5) ヘルワン区 850,000	北 ヘ ル ワ ン→135,000 カフル・エル・エルウ→60,000 テ ビ ン→655,000	○3浄水場がこの地区専用給水。 ○デビン浄水場は290,000追加。このうち表流水235,000(家庭用75,000、工業用水160,000)、地下水55,000最終水量は655,000(処理水、150,000、工業用水425,000、地下水80,000)となる。

Fig.2-8 WATER SUPPLY SYSTEM IN 2000

TOTAL PRODUCTION = 5,880,000 m³/d
(ALL FIGURES BELOW: 1,000 m³/d)



2-2-6 概算建設費および工事計画

第1期事業のうちの、後期（1981年～1985年）および第2期事業（1986年～2000年）の概算建設費を、表2-12に掲げた。

参考とした基準コストは、テビン浄水場およびエンババ浄水場の建設費である。事務費設計料、物価上昇その他の費用は含まれていないので、実施段階では、建設費の修正と共に、これらの費用を検討、追加する必要がある。

表2-13に、おおよその建設年次計画を示してある。人口及び原単位の増加に従って、水道施設を拡張していかなければならないが、将来の人口および需要量の伸びは、計画通りにいかないのが常であり、定期的に検討を行い、改訂していく必要がある。

表2-12 建設費の概算

（単位：百万エジプトポンド）

事業	1981～ 1985年	1986～ 1990年	1991～ 1995年	1996～ 2000年
浄水場建設				
テビン浄水場		7.0		
フォスタット	8.0			
エンババ	8.0			
ショブラ・エル・ヘイマ	3.5	7.0		
南ギザ	3.0	3.0		
新ムストロッド		13.0	4.0	8.0
深井戸	1.5	1.5	1.5	1.5
小計	24.0	31.5	5.5	9.5
配水施設				
配水管布設	26.9	20.4	15.7	11.0
高架水槽、増圧ポンプ場	2.5	2.5	2.5	2.5
小計	29.4	22.9	18.2	13.5
合計	53.4	54.4	23.7	23.0
年平均	10.7	10.9	4.7	4.6

（註） 1980年以前の工費は含まない。

表2-18

水道施設建設年次計画表

		1980年	1985年	1990年	1995年	2000年
1. 浄水場建設(上水)						
フオスタット	150	■				
〃	150	■				
〃	300		■			
エンババ	150	■				
〃	150	■				
〃	300		■			
シヨブラ・エル・ヘイマ	100	■				
〃	100		■			
〃	200			■		
南ギザ(拡張)	80	■				
〃	100		■			
〃	100			■		
新モストロッド	150		■			
〃	150			■		
〃	300				■	
テビン	75	■				
〃	75			■		
2. 深井戸建設						
3. 工業用水建設						
テビン	25	■				
〃	240	■				
〃	160		■			
シヨブラ・エル・ヘイマ	50	■				
〃	50		■			
〃	100			■		
4. 配水管敷設						
5. 高架水槽						
	150	■				
	150		■			
	150			■		
	150				■	

(註) 数字の単位は 1,000 m³/日、ただし高架水槽のみ 1,000 m³

2-2-7 長期計画の補完

カイロ大都市圏の、将来の発展度合も、時の流れに沿って変化するものであり、その時に応じ、この水道計画も改訂していく必要がある。

発展の度合は、予測より早くなるか遅くなるかのどちらかであり、いずれにしても、その実情に合わせて、施設計画の実施を先行または延期する、というように進行することになる。

発展の速度のみに限らず、発展の性格もまた、計画とは異ってくるかもしれない。特に、工業地帯および住宅地帯のそれは、内外の経済状態に影響を受けやすいものであり、また国家の政策によって定まるものだからである。

これらの変化は、将来計画の立案および実施に直接ひびいてくるものであるから、不断の検討と分析をもとに、定期的に、この将来計画を改新していく必要がある。定期的に検討すべき項目には、少なくとも次のような内容を含むべきであろう。

(1) 定期改訂

以下に、将来の水道計画の最も基本的な要素をあげるが、これらは常に収集および記録の保存整理を心がけておかなければならない。定期的な改訂の期間は3～5年程度が妥当であろう。

- 1) 人 口…………… 地区ごとおよび全区域の人口の計画人口と実人口との対比記録。
- 2) 水 生 産 量…………… 浄水場ごとおよび時間・日・月・年ごとの水の生産量の変化の記録。
- 3) 水消費量の変遷…………… 地区ごとの、水消費量および原単位。
- 4) 給 水 栓 数…………… 地区ごとの、給水栓数の増加記録。

(2) 配水本管の設計

カイロにおける配水組織の、ひとつの特徴は、浄水場および配水系統の数が多いことであり、その結果、配水本管が連結されて、相互に水の交流が行なわれていることである。

水流の方向がその時によって変っていることもあろう。従って、配水本管の設計はそれが必要より大きくも、小さくもならないように、慎重に決定されなければならない。

本章の計画では、各浄水場から送水すべき方向とその量を、現段階の推定値にもとずいて設定したが、将来、需要量に変更が生じるときには、それに応じて改訂を重ねる必要がある。

小口径の配水本管については、各区域ごとに、配水管網を設定して検討するのが望ましい。

(3) 配水池の容量

通常、配水池は夜間に水を貯留し、昼のピーク時にそれを使用することを目的として建設される。ここで水の消費量の調整ができるから、浄水場では定量運転が可能となり、維持管理および水質の安定に寄与することになるわけである。

このためには、浄水場の一日の生産量が、需要量に等しいことが条件であり、生産量が少ない場合には、配水池はその本来の機能を失い、貯留が行なわれないことになってしまう。

現状では、水需要量が生産量を大きく上まわり、浄水場では過負荷運転を行っている。

近い将来、現在進行中の拡張工事が完成して、生産量が需要量に見合うようになるときは、建設費の経済化のために、至当な容量の配水池が建設されるべきであろう。

その容量は、消費量の時間変化曲線から定まるものである。現状では、水の絶対量の不足のため、ピークカット現象が生じて、妥当な時間変化曲線が得られず、日生産量の25%を、配水池の容量目標としているが、将来は、これを再検討のうえ、必要に応じて改訂すべきである。

(4) 大口径管の採用

現在採用されている管の、最大口径は 1,200 mm であるが、将来、水量の増加にともない、大口径管の採用が必要となってくる。これを採用するときには、口径が大きいがために生ずる問題、すなわち、1) 運搬および取扱い 2) 掘削の深さと幅 3) 維持

管理、等に困難性が増大してくるものである。

とはいえ、将来、大口径管の採用は避けられないのが必定であり、そのためには、今からその対策、例えば工事機械の導入、地下掘進工法の採用等を検討しておく必要がある。

(5) 建設費の修正

計画に変更がなくとも、物価は上昇するものであり、それに伴い建設費も影響を受けることになる。したがって、建設費は常に修正を行い、工事の適正な予算措置に、万全を期しておかなければならない。なお、計画が変更になれば、当然、建設費も再積算しておかなければならない。

(6) 制御システムの改善

現状では、水道施設の中央制御化はあまり行なわれていないが、将来施設の複雑化と大型化に伴って、運転の適確および維持管理費の低減を考慮して、中央制御システムの導入が必要になってくる。

近い将来には、水量が現状のほぼ2倍にもなり、浄水場の規模も2～8倍程度の大きさになる。その結果、関係施設の密接な連繋なしに、水道施設を単独に、手動で運転することがますます困難になり、いきおい、浄水場の内外とも、中央制御方式に、大きく頼らざるを得なくなってしまう。従って、水道施設の拡大とともに、このような制御方式の、検討を行っておくことが望ましいわけである。(付属資料A-8参照)

2-3 原水供給の基本構想

2-3-1 原水供給の役割

カイロのように、雨量が少なく砂漠に接している都市では、都市かんがい用水が、都市用水の中で占める位置は、飲料水と同様に、大変大きい。

都市は、単に機能的であるばかりでなく、そこに人間が生活する環境としても、最適なものでなくてはならない。前章1-3で述べたように、都市の緑は、環境を大きく左右している。この観点から、都市かんがい用水の供給は、この地域にとって、欠くことの出来ないものであり、この、かんがい用水の供給を主目的とする、原水供給施設が検討されるべきである。

通常、原水は、工業用冷却水、冷房用水、消火用水、水洗便所用洗淨水、道路・車輛等の洗淨水、かんがい用水等多方面に利用することが出来る。

原水の直接利用は、その水質や用途によっても異なるが、飲料水に比して、生産費が安いという利点があるため、可能な限り、これを利用するように、都市用水の総合的な計画が行われるのが望ましいと言える。

この生産費は、飲料水の生産費の約10%程度であり、都市用水供給施設として、浄水、原水の、2系統のネットワークを作っても、原水の供給量が多ければ、十分に経済性は引きあうものとされている。また、利用者側の総負担額は、浄水を多目的に利用した場合よりも、当然低くなる。

原水供給のための施設は、浄水のそれと比較して、非常に簡単なものである。このために、一般に建設期間も短かく、施設全体を約2年間で完成させることができる。

カイロにおいては、原水の多目的利用は行われておらず、また、前章1-3で検討したように、かんがい利用が行われている原水量は、134,000 m^3 /日であり、1日に116,000 m^3 の浄水が、緑地保全のために使用されている。

したがって、浄水の不足に悩まされているカイロに、原水供給施設を拡充することは、上記のかんがい利用されている浄水を、原水に代替することが可能となり、浄水を節水する点において効果的と考えられる。

一方、都市は急速に膨張しており、同時に、既存の市街化地域は、ますます過密化している。2-1で言及したように、今後、当該地域が、人口増加に対応して発展して行くためには、砂漠地帯に、新都市や、新市街化地域を建設しなければならない。

現在、このような土地には、一片の草木もなく、人間の生活環境としては、不適當である。このため、これらの新しく開発される地域の建設にあたっては、浄水の供給施設の建設と同時に、そして、もしそれが可能ならば、それ以前の都市の基礎建設の段階で、原水供給網を確立し、かんがいによる緑化が推進されるべきであると考ええる。

このことにより、新市街地は、住民が入居する時点で、すでにある程度、緑が豊かとなり、適正に配置された諸都市施設とともに、優れた生活環境を形成する。人々は、過密で不健康な、既存市街化地域から、健康で、明るい新市街地へ移り住むことになるだろう。

本報告書においては、原水の利用としては、都市かんがい用水としての利用についてのみ検討されているが、今後、原水供給網を拡大して行くならば、当然、前述の他の目的のためにも、原水が利用されると考えられる。

2-3-2 緑地の効果

都市の緑地には、2-1で検討したように、その種類は多岐にわたっている。

カイロ大都市圏の将来計画においても、公共緑地の必要性は、十分に考慮されており、将来は、1人当たり8.5㎡を確保することとなっている。

都市に緑を導入しなければならないことは、これまでに、何度も言われて来たことであるが、これは、緑の導入によって、都市を美化し、視覚的安らぎを与えるためばかりではない。都市が美化されることは、住民1人1人にとって、その都市に対する愛着を増大させ、公共物に対する共有と尊重の概念をはぐくみ、コミュニティ意識の向上につながる。

これは、人間の精神的な生活に対して、安定とゆとりをもたらすことであり、犯罪率の低下や、労働意欲の向上にもつながる。

緑の効果は、このような単に間接的なものばかりではない。都市が過密になり、人間、車が増加すれば、当然、炭酸ガス、窒素酸化物、塵埃等により、大気が汚染される。この塵埃の吸収や、炭酸ガスを酸素にかえるのが緑である。また、大気湿度も上昇し、乾燥した気

候を、いくぶんでもやわらげることとなる。

ある程度以上の規模を持った緑地は、散策の場、遊びの空間であると同時に、災害時の避難拠点ともなり得る。また、市街化地域の周辺に設けた、農地や樹林帯は、砂漠地帯からの砂嵐の影響をやわらげる。

このように、都市の緑地は、健康、防災、公害対策、都市美化、住民のコミュニケーション等に効果を持っている。これらの効果は、他の産業開発によってもたらされるような、直接的な経済効果とは、性格を異にする。

したがって、都市緑化のプロジェクトは、それに対する評価が非常にむづかしい。しかしながら、都市の発展を、これまでのような、経済効率第一主義においてとらえず、人間の生活環境の整備が、間接的、長期的にもたらす効果を考慮しつつ、とらえるならば、都市における緑のもつ重要性は、おのずと明らかとなってくるであろう。

カイロ大都市圏の具体的な計画にあたっては、単に、緑地面積を1人当たり8.5㎡を確保するだけではなく、上に述べた緑地の効果を一層たかめるために、いろいろな種類の緑地が、それぞれ有機的なつながりを持つように、計画が行われなければならない。特に、住居地域内に計画される、約71km²の公園緑地については、住区内に独立して配分される、近隣公園や、児童公園に限らず、これらを相互に結ぶ緑道や、住区や地区を適度な規模に分断する遮断緑地の概念が、公益施設の配置や、道路網計画と密接な関連をもたせて、導入されるべきであろう。

また、これらの緑地が、十分に生かされるための、かんがい用水の供給施設、すなわち原水の供給施設は、この緑地計画に従って、すみやかに計画が策定され、建設が行われる必要がある。

2-3-3 樹種の検討

生活環境を整備するための緑化に際して用いられる、この地域に適応する植物について検討を行う。

現在、この地域にある樹種、花の種類は少く、限られているが、これは、その植物のほとんどが、自然に自生したものではなく、人工的に移植されたもので、この地域の気候にあ

った、耐乾性の強いものである。

従って、今後も、樹種や、花の種類が、なるべく多岐にわたることは望ましいが、耐乾性の強い、根の深い常緑樹や、多年性の花を移植すべきであろう。

樹木については、通常、アカシア科、松科等が耐乾性につよく、砂質土系の砂漠地帯には良いとされている。参考までに、推薦できる樹木を表2-14に示す。

花きについては、多年性の草木が耐乾性にもつよい。たとえば、アフリカン・バミューダー・グラス (*Cynodon transvaalensis*) は、芝生のグリーンに充分使用ができる。

2-3-4 必要用水量の予測

2-1-3で検討したように、将来の緑化緑地面積の合計は、143.19haである。これは、軍・政府用地を除いた、市街化地域面積347.84haの41.2%に相当する。一方、現在の緑化緑地面積は、前章1-3で検討したように、約43.11haであり、軍・政府用地を除いた主要市街化地域の面積、172.22haの25.0%である。

したがって、緑化緑地面積率も大巾に増加し、また緑化緑地面積自体も、約100ha増加する。

この緑地を保持するために必要な、植物の種類別のかんがい単位用水量を、1-3-2で検討した、マアディにおける現況平均単位用水量、8.9mm/日を参考として、次のように想定する。このマアディの用水量は、散水方式に問題があり、過大な水量が使用されていると考えられるので、これをそのまま使用することは適当ではない。

		単位用水量
樹	木	6.5 mm/日
草	木	7.5 mm/日
芝生・菜園		8.5 mm/日

次に、各緑地毎に植物の種類別の植栽面積の割合を想定し、各緑地毎の用水量を求めると、次頁の表のとおりである。

表2-15

緑地別かんがい用水量

緑地の種類	緑化緑地面積 ha	植 栽 面 積 率 %			平均単位用 水 量 mm/日	1ha当りの 用 水 量 m ³ /日・ha	用 水 量 m ³ /日
		芝生・菜園	草 木	樹 木			
道 路 緑 地	12.52	40	20	40	7.5	7,500	93,900
公 園 等 の 緑 地	82.11	30	30	40	7.4	7,400	607,600
住 宅 緑 地	17.09	40	30	30	7.6	7,600	129,900
公共公益施設用地内 緑	8.11	40	40	20	7.7	7,700	28,900
そ の 他 の 緑 地	8.47	40	40	20	7.7	7,700	26,700
市 街 地 内 農 地	24.89	80	—	20	8.1	8,100	201,600
計	143.19						1,083,600

2000年において、1日に当該地域で必要とされるかんがい用水量は約108万m³と算定されたが、このうち、既存市街地内で、原水供給施設の設置を行うことが、得策でない地区や、(緑地の大きさと施設規模の関係において)、ナイル河沿岸の、地下水位が高く、かんがい不用の地区、さらに、主要市街化地域以外の周辺の、市町村の市街化地域で、それぞれの緑地規模の小さい地区等が考えられる。したがって、この内、約75%が、原水供給施設によってかんがいされるとすれば、施設の総能力は約810,000m³が必要とされる。

1-3で言及したように、現在、カイロに於いて供給されている都市かんがいのための原水量は、約184,000m³/日であり、浄水の、かんがいに使用されている量は、約116,000m³/日である。従って、カイロの緑の保全のために、約250,000m³/日の水が使用されている事となる。

この量は現在でも不足勝ちで、又生産費の高い浄水がかんがいに使用されている為に、水道庁は、日量62,000m³を供給すべく、新しく2つの揚水機場を建設中である。この供給施設の送水管は、1980年頃の、飲料水の需要不足が解決されるであろうと考えられている時期までには、工事が完了することとなっている。すなわち、この時点においては、1日約200,000m³の原水供給が行われる。

したがって、今後新たに開発されなければならない原水供給施設の総能力は、約610,000

mとなるが、原水は、今後、かんがい以外の他の目的にも使用されると考えるならば、この量を、かんがい用水量の約30%として、約800,000mを目標値とすべきであろう。

これ等の施設は、ナイル河、又はイスマリヤ運河に添って建設されるべきであり、東西の高所部の標高100m以上の地点に調整タンクを設け、これ等のタンクをお互に連結すると共に、自然流下によって、パイプラインでかんがいすべきであろう。また、原水供給施設に関しては、住血吸虫対策も充分考慮して計画が立てられるべきであろう。なお、この点については、付属資料R-4で言及されている。

2-4 都市用水量の検討

現在、カイロ大都市圏において使用されている都市用水量は、ピーク時において、浄水は $1,980,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 、工業用水は $195,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 、原水は $134,000 \text{ m}^3/\text{日}$ である。すなわち、1日に $2,309,000 \text{ m}^3$ の水が、ナイル河およびイスマリア運河より取水されている。

目標年次2000年の、給水計画対象区域における必要都市用水量は、2-2および2-3において行った予測によると、

- (1) 家庭用水については、表2-8に示すように、 $5,255,000 \text{ m}^3/\text{日}$
- (2) 工業用水は、この国の経済政策によっても大きく左右されるので推測することがむずかしいので、現在水道庁が持っている計画に従って、 $625,000 \text{ m}^3/\text{日}$
- (3) かんがい用水を主体とする原水は、 $800,000 \text{ m}^3/\text{日}$ である。

従って、2000年においては、 $6,680,000 \text{ m}^3/\text{日}$ の都市用水が必要となるであろう。この量は平均 $80 \text{ m}^3/\text{秒}$ になる。無論この用水は、全てナイル河を水源として利用することとなるが、ナイル河の流量よりみると5.2%であるため、水源は十分に確保されていると言える。

Table 2-14. MAIN PROPOSED TREES

<u>Name of Trees</u>	<u>Classification</u>	<u>Origin</u>	<u>Leaf</u>	<u>Height</u>	<u>Flower</u>	<u>Season</u>	<u>Uses</u>
Kalmia Latifolia	Zalea	America	E,W	L	Pink	May-June	G.P
Tucca recurvifolia	Lily	America	E,W	L	White	May-June	G.P
Nerium Indicum	Oleander	India	E,W	L-M	Red	July-Sept.	G.P.F.
Pittosporum Tobira	Tobira	Japan	E,W.	L	White or Yellow	May-June	P.S.F.
Triadica Sebifera	Triadica	China	E,W	H	Yellow	Jun-July	P.S.F.
Salix Gracilistyla	Willow	Japan, China	D,W	L	Light green	Feb.-Mar.	P.S.
Juniperus Rigida	Cypress	Japan	E,N	H	Green	April	G.P.
Cercis Chinensis	Bean	China	D,W	M	Violet	April	G.P.
Phododendron Keiskei	Azalea	Japan	E,W.	L	Light yellow	April-May	G.P.
Hibiscus Mutabilis	Hollyhack	Japan, China	D,W.	L	Light red	Aug-Sept.	G.P.
Callistemon Speciosus	Peach	Australia	E,W.	M	Light red	Apr-Jun	G.
Euonymus Japonica		Japan, China	E,W.	L	White	Jun-July	G.P.S.F.
Rhaphiolepis Umbellata Var. Mertensii	Rose	Japan	E,W.	M	White	May	G.P.F.
Ardisia Japonic		China	E,W.	L	White	July	G.P.
Agave Americana Var. Variegata	Eguinox	Mexico	E,W.	L	Yellow	Jun-Aug.	G.P.
Cedrus Libani	Pine	West Asia	E,N	H	-	-	P.S.
Casuarina Stricta	Casuarina	Australia	E,N.	H	Yellow	Feb.	P.S.F.
Zizyphus Jujuba Var. Inermis		West Asia	D,W.	M	Light green	Apr-May	G.P.

NOTE: Kinds of Leaf

E: Evergreen
D: Deciduous tree
W: Wide-leaf tree
N: Needle-leaf tree

G: Geaden
P: Park
S: Street
F: Fence

Height

H: Higher Tree
M: Middle Tree
L: Lower Tree

第3章 水道緊急対策

第1章ではカイロ水道の現況を概観し、第2章で水道の長期計画を立案した。長期計画では2000年を目標とし、第1期及び第2期事業とに分けて計画した。第1期事業は更に前期5ヶ年及び後期5ヶ年に分けて前期5年間で当面する水不足を解消する計画である。しかし、この前期の水道施設建設工事が順調に進むとしても現状の水不足はその完成までまだ数年間は継続することになる。したがって、この2～3年間で結果の表われる、しかも多大な投資を必要とせずに、水量増加に有効な手段があれば、直ちにそれを実施することにしたい。

上記見解、調査団による現地調査及び水道庁からの事情聴取等を総合判断し、現状の拡張工事計画に加えて、以下にとりあげる工事を早急に実施すべきであるという結論に達した。この中には既設浄水設備の改良を含んでいるが、これは水量増加と同時に処理水質の改善をも加味したものであって、短期間に実施することができるものである。設計作業及び予算措置を急げば数年以内にはその効果が表われて来るであろう。

3-1 緊急改良措置

現地調査の結果判明した、当面必要な改良措置は次表のようにまとめることができる。

表 3-1 緊急改良措置一覧表

目 的	内 容	現 況
(1) 給水量の増加	1. 浄水場の拡張 2. 浄水施設の改良 3. 深 井 戸	実 施 中 本章で計画 実 施 中
(2) 給水状態の円滑化	1. 配水池の建設（増設） 2. 配水管の布設拡張 3. 配水管の内面クリーニング作業	実 施 中 〃 本章で提案
(3) 無効水量の節約	1. 漏水防止	本章で提案
(4) 給水条件の改良	1. 消費者による給水タンクの設置 2. 消費者のポンプ直結の禁止	本章で提案 〃

上表で「実施中」というのは水道庁により、現在施工中または近々、施工に入ることになっているものである。(1)の2の「浄水施設の改良」はその有効性から直ちにとりあげてほしいと思われるので、本章で基本設計を行った。これに関連する検討の成果を「付属資料A-5」に収めた。

他の緊急措置対策については3-2-5にまとめてある。

(2)の2の「配水管の布設拡張」工事は現在、市内各所で施工中であるが、その進捗状況は、必ずしも浄水場及び深井戸の水量増加に追従していないのではないかと懸念される。というのも管径が大きく人力に頼るのがむずかしく、また交通が極度に混雑しているにもかかわらず、パイプ布設工事がもっぱら人力作業によっていることが工事遅滞の大きな原因となっているわけである。工事の進捗をはかるためには「付属資料A-1」で述べるように機械力を導入するなど工事方法を変更する必要がある。

なお、管布設工事のうち、北カイロ浄水場からヘリオポリスへの送水管はこれを緊急対策事業として3-5にとりあげることにした。

3-2 浄水施設の改良

現在、浄水処理で直面している最大の問題は効果的な藻類除去対策であることに間違いはない。詳細は「付属資料A-2」の「ナイル河原水中の藻類処理」で述べるが除去対策はいくつか存在しよう。このうち、本章では藻類の抑留に多大の効力がある横流式沈でん池の改良工事についてとりあげることにする。この改良工事によって、ブロックのキャリバーを抑制し、濾化継続時間の若干の延長、ひいては貴重な処理水を用いる逆流洗浄の水量節約をはかるものである。

横流式沈でん池は南ギザ、カフル・エル・エルウ及びロード・エル・ファラグの3浄水場にあるので、各々について検討を加えよう。

3-2-1 南ギザ浄水場

南ギザ浄水場の沈でん池は形式がすべて横流式沈でん池、池数は12池で、このうち8池が稼働中、4池が建設中である。この沈でん池は現在のナイル河表流水に対して、うまく機能しているかということと必ずしもそうではない。低濁度で藻類を多量に含む原水の場合の沈でん池は、特に凝集作用と沈でん池の流出堰負荷に留意して設計すべきなのである。

南ギザ浄水場沈でん池の改良点とその意図を次に示す。(図3-1参照)

改 良 点	意 図
ブロック形成池に阻流板を設置する。	重くて強度の大きいブロックを作る。
沈でん池に有孔整流壁を設置する。	密度流を極力おさえ、均等流に近づける。
沈でん池底部に噴流管を設置する。	排泥がスムーズにいくように堆積汚泥を打ちくだく。
沈でん池に流出トラフを設置する。	ブロックを浮上させる作用をする流出部の接近流速を小さくする。

改良工事後は池の容量には変化がないが、設計水量の110%まで運転可能となろう。

改良部の詳細は「付属資料A-5」の「効率をよくするための沈でん池の改造」にのせてある。

3-2-2 カフル・エル・エルウ浄水場

カフル・エル・エルウ浄水場には上向流式沈でん池のほかに横流式沈でん池のほかに横流

式沈でん池が5池ある。このうちその規模と工事期間から最近造られた方の2池を今回の改良工事としてとりあげることにする。

現状のナイル河原水に見合う沈でん池の能力は設計数値が不明のため、表面負荷率 $2.5 \text{ m}^3/\text{日}/\text{m}^2$ 、沈でん時間3時間を与えることにより得られる値、すなわち、1池の処理水量 $12,100 \text{ m}^3/\text{日}$ とする。これは流入水量なので、沈でん池流出水量は10%引きの $11,000 \text{ m}^3/\text{日}$ となる。2池の全水量は $22,000 \text{ m}^3/\text{日}$ となる。池の構造形式及び寸法は南ギザ浄水場の沈でん池とほぼ同じなので、カフル・エル・エルウ浄水場でも南ギザ浄水場の改良計画を準用すればよい。許容稼働水量も同じく設計水量の10%増しである。

3-2-3 ロード・エル・ファラグ浄水場

ロード・エル・ファラグ浄水場では浄水施設が南部の旧系統と北部の新系統との2系統に分かれている。旧系統では原水を直接、2連の沈でん池(2重沈でん)に引き入れるようになっている。この沈でん池には攪拌設備があるが、いわゆる、フロック形成池は付属していない。

上記2連の沈でん池では水流形式はどちらも同じく横流式であるが、形状は異なる。上流側は円形、下流側は長方形である。

これらの2重沈でん池は、アスワンハイダムが完成する以前のナイル河表流水に対しては十分効率的であったと推測できる。しかし低濁度に加えて多量の藻類、微生物が出現する原水となった現在では、沈でん時間を長くすればよいという当初の設計概念は、沈でんを容易にするために大きく、かつ強いフロックを作るという概念に切りかえる必要があるだろう。このことから、上記2形式の沈でん池は、2重沈でんとして働かせるより、並行使用をするべきであろう。

現在の長方形沈でん池は効率をあげるために、フロック形成池と沈でん池に区分したい。既設の池を次のように区分するとよいだろう。

要 項	既設池	フロック形成池	沈でん池	流出帯
長 さ	53.6 m	8.0 m	40.3 m	4.0 m
巾	16.9 m	16.9 m	16.9 m	16.9 m
有効水深(総深: 6.0 m)		3.0 m	3.5 m	3.0~3.5 m
滞留時間	—	30分間	3時間	—
処理水量		20,000 m^3 /日	20,000 m^3 /日	

改造後の沈でん池の表面負荷率は、 $30 \text{ m}^3/\text{日}/\text{m}^2$ で、これは、この原水に対してはやや大きすぎるきらいがある。したがってこの沈でん池の改良設計は特に水流条件に十分な配慮を行う必要があり、ブロックのキャリオーバーを生じさせないよう、水流は均等流になるように心がけた。図3-2に設計結果を示した。

円形沈でん池は長方形の場合のようにうまくは改造しがたい。というのはその形状そのもののためと、隣接地にブロック形成池を造るような余地がないためである。

したがって、ここでは表面負荷率を小さく $15 \text{ m}^3/\text{日}/\text{m}^2$ 程度とすることにしたい。処理水量は $15,000 \text{ m}^3/\text{日}$ である。

なおこの円形沈でん池は将来はブロック形成池を付属した横流式沈でん池に変更したいものである。

結局、南部の沈でん池全処理水量は

$$\begin{array}{rcl} 15,000 \text{ m}^3/\text{日} \times 4 \text{ 池} & = & 60,000 \text{ m}^3/\text{日} \\ 20,000 \text{ " } \times 9 \text{ 池} & = & 180,000 \text{ " } \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{rcl} 15,000 \text{ m}^3/\text{日} \times 4 \text{ 池} \\ 20,000 \text{ " } \times 9 \text{ 池} \end{array}} \right\} \text{計 } 240,000 \text{ m}^3/\text{日}$$

となる。

Fig. 3-1 IMPROVEMENT OF SEDIMENTATION BASIN
(AT SOUTH GIZA PLANT) S = 1:200

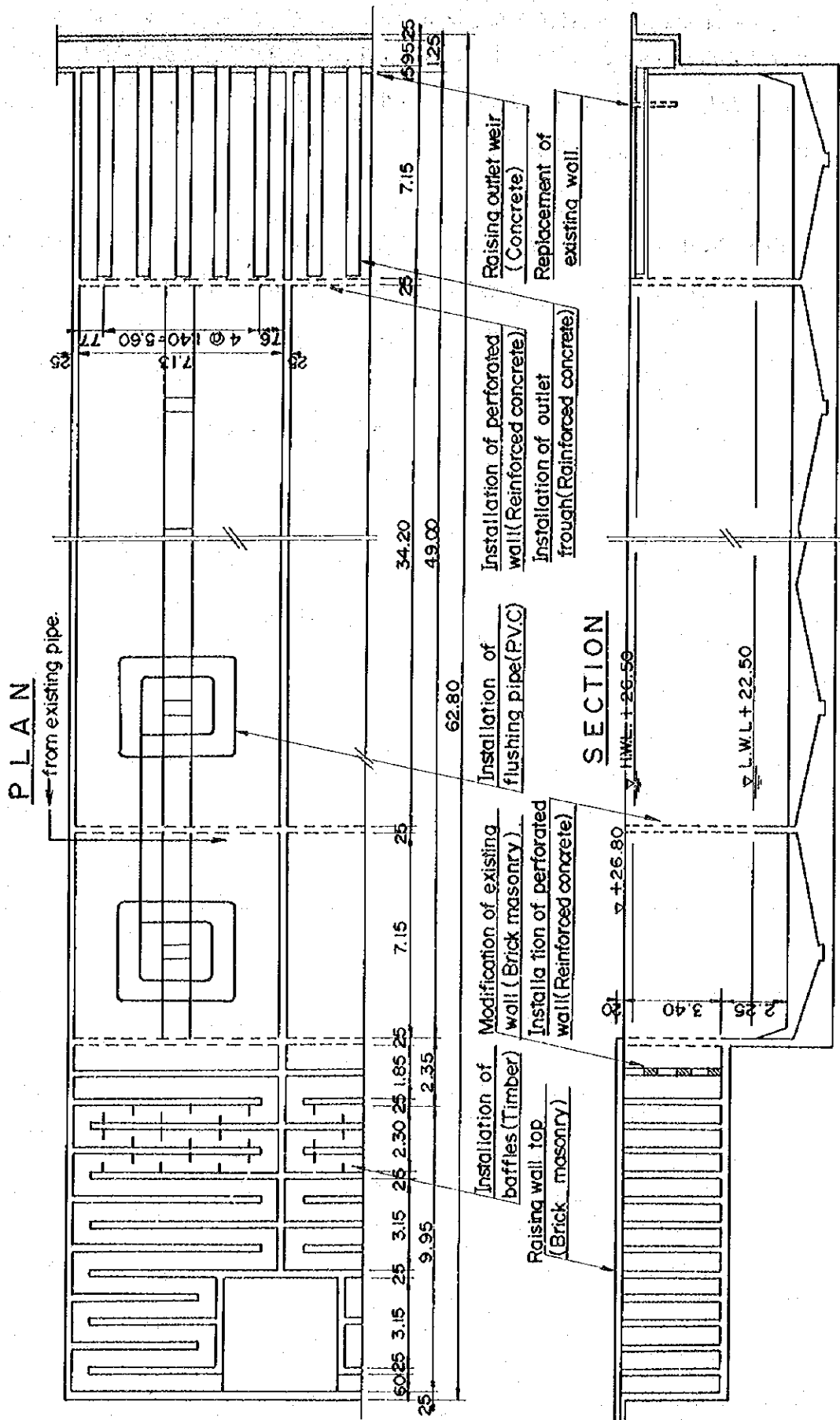
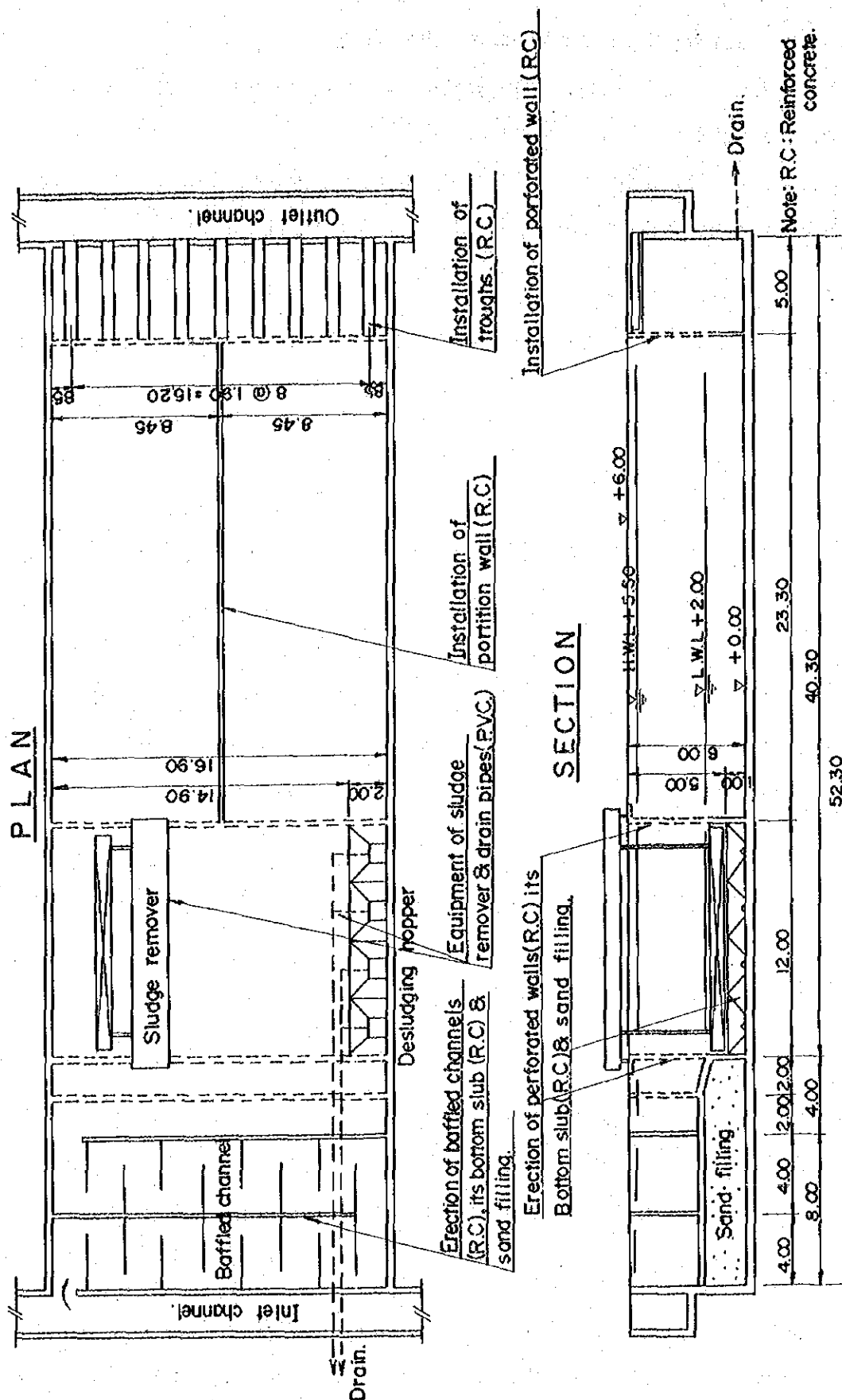


Fig.3-2 IMPROVEMENT OF SEDIMENTATION BASIN
(AT ROD EL FARAG PLANT) S=1:300



3-2-4 概算工費

表3-2に浄水施設改良工事の概算工費を示した。

ここで算出した工費は、大体の工事の規模を見知る程度の概算で、工費の最終予算決定は、詳細設計、積算後になされるべきである。

なお、他の項目については、それが現在工事進行中であつたり、また毎年の年度予算の維持費として支出されるものである等により、この表では省略することにした。

3-2-5 その他の改善措置

ここにとりあげる各種の措置は給水量の増加及び水質の安全を期すためにぜひとも実行したい事項である。

(1) 漏水の修理及び防止

1) 配水管網

前述したように、カイロでの漏水率は15%と推定されているが、水量になおすと300,000 m^3 /日となり、決して無視できない数字である。埋設管の多くは相当老朽化し、漏水の生じやすい状態にある。カイロの土質は主として乾性の砂質土であり、このことから、少量の漏水は地面に表われず、見過ごされやすくなっている。このような現状では、漏水の発見に高度な熟練と器具が必要であろう。参考までに「付属資料A-7」に漏水調査の概要を説明しておいた。

漏水調査は、時間のかかるものであり、また、目的を全うするためには定期的な継続作業を必要とするから、早い機会に漏水調査を計画的に開始することが望ましい。このために技術員を国外派遣するとか、国外から専門家を招いて、技術員を養成するとかの対応策をとるのがよい。

2) 給水装置

給水装置、なかでも給水栓からの漏水は、想像以上の量に達するものである。というのはカイロでは故障している給水栓がおびただしく見出されるからである。例えば毎秒一滴の漏水は一日では約20ℓに、糸状の漏れは一日に100ℓにも達するものである。したがって給水栓の漏水量を全市域合計すると、それは小浄水場1ヶ所の水量にも匹敵すると考えられる。

漏水が未修理のままで放置されているのは次のような理由によるのであろう。

イ) カイロには賃貸住宅が圧倒的に多いが、水道料金は家賃に含まれていて、使用量に応

表 3-2 沈でん池改良工事の概算工費

工 事 名	浄 水 場 名		
	南ギザ	カフル・エル・エルウ	ロード・エル・ファダグ
ブロック形成池			
阻流板の設置	25.4	6.4	5.6
水路及びスラブの設置	—	—	49.5
雑 工 事	0.5	0.2	12.3
沈でん池			
有孔整流壁の設置	20.0	5.0	57.1
排泥ホッパーとスラブの設置	—	—	41.3
導流壁の設置	—	—	27.2
噴流管及び排水管	4.8	1.2	9.4
	(4.8)	(1.2)	(14.4)
流出トラフの設置	6.5	1.7	6.5
汚泥かきよせ機の設置	—	—	(200.0)
雑 工 事	0.3	0.2	0.6
その他雑工事	2.5	1.3	4.5
	(1.2)	(0.8)	(7.6)
計 現地貨(1,000エジプトポンド)	60.0	16.0	214.0
外 貨(1,000米ドル)	(6.0)	(2.0)	(222.0)

合計＝(現地貨290,000エジプトポンド)＋(外貨230,000米ドル)

＝380,000エジプトポンド(＝980,000米ドル)

(註) 合計以外の単位は1,000エジプトポンド。なお()内は外貨で1,000米ドルで表示。

じて徴収されるようにはなっていないので、各家庭では漏水に意を介さないこと。

ロ) 家庭では自分自身で漏れを修理できないこと、また修理の便宜が得がたいこと。

ハ) 現状では給水装置の監視業務は水道庁の管轄外になっていること。

これらの現況を考慮して給水装置の漏水対策を行うには次のような方法をとることにした。

イ) 緊急手段として、給水装置の漏水をすべて水道庁の費用負担で修理すること。

ロ) 次に、給水装置の監視を水道庁が行なえるように法令を設けること。

上記イ)の措置は十分費用に見合うものであり、水量の増大に果す役割は決して小さくない。

(2) 配水管の管内クリーニング

配水管の通水能力は、さびこぶの発生、異物の付着、スライムの付着等のために、年々減少していく。鋳鉄管でも新管のときはウィリアム・ヘーゼン流量公式の流速係数 $C=140\sim 150$ であるものが、通水年とともに減退し、100以下、ときには70～80まで落ちこみ通水量が半減する。その上、動水勾配が急となり水圧が減少する。カイロには古い鋳鉄管が多く布設されており、この種のトラブルが絶えない。

これの解決には、管内をクリーニングすると、てっとり早い効果がある。このクリーニング用に最近、新方法が開発されて重宝がられている。使用器具は、合成樹脂製の砲弾形状のもので、これを管内に挿入し、管内水圧を利用して管内を押し進めて、さびこぶや付着物を取り除く方法である。管内クリーニングは旧管の新管取替よりもはるかに安価かつ便利な方法である。

(3) 消費者のポンプ直結の禁止

カイロでは現在、消費者が配水本管にポンプを直結して吸引する方法が広く行なわれている。この方法はそのポンプ使用者には便利な方法であるが、反面

- 1) 配水本管の水圧を低くすることになり、
- 2) 汚水を引き込むおそれが多分にあり、かつ
- 3) 配水系統の円滑運転の支障となるものである。

これらの弊害を考慮すると、ポンプ直結方式は直ちにこれを禁止すべきであろう。ポンプの使用がやむを得ない場合には、消費者に受水槽を設置させて、これにポンプを取りつけるよう指導すべきである。

受水槽には配水圧のみによって給水されるべきである。

(4) 消費者による給水タンクの設置

給水タンクを設置している例もかなり多いが、そのほとんどは配水管へポンプを直結した後方にあることが多い。もし大口消費者が相当容量の給水タンクを設置し、管内水圧で流入するようにすれば、水道庁にかかるピーク時の配水施設負担は、ある程度軽減されてくる。水道施設の能力が不満足な現況下では、消費者に給水タンクの設置を義務づけるよう制度化するのが妥当な対策といえよう。ただし、法的に設置義務を強制するのは大口消費者にとどめておくのが適当であろう。

(5) 各種の藻類除去対策

既に述べたように、藻類除去対策は浄水場の円滑運転のために最も急を要するものである。対策には色々あり、その一方法を3-2でとりあげた。他の方法については「付属資料A-2」に詳述してあるが、それをここでまとめてみると、

- 1) 沈でん池の処理能力を増加すること。
- 2) 強じんなフロックを作ること。
- 3) 殺藻剤の使用。
- 4) マイクロストレーサーの設置。
- 5) 2層濾過池の採用。
- 6) 2段濾過法（予備濾過）の採用。
- 7) 濾過助剤の使用。

ということになる。

このうち、1方法単独でもよいが、2～3方法を併用すると効果は更に大きくなることを強調しておきたい。しかしながら、単独方法にしても併用方法にしても、その効果を実用化に先立ち、実験を重ねて確認することを怠ってはならない。

3-3 工 事 工 程

表3-3は第一期事業のうち、前期分、1980年までの工事工程表である。水道庁により施工中のもの、調査団がとりあげたもの及び目標水量を達成するために必要な措置等すべてを含めてある。これらすべてが計画通りにいくと、これまで長年月にわたり悩まされてきた水不足から解放され、十分な供給水量が確保できることに間違いない。

水量を増加させるためには、施設を拡張する必要のあることは、もちろんであるが、無効水量の防止及び既存施設の最大限活用ということも等しく重要であることを忘れてはならない。例えば同表にあげた管内クリーニング、無効水量の減少、ピーク時給水の回避等は水道施設の維持管理を全うするために、積極的に遂行する必要があることを特にここで強調しておきたい。

表 3 - 3 工程表 (第 1 期事業前期分)

工 種	摘 要	年 次					
		1976	1977	1978	1979	1980	1980以降
1. 水量増加							
①浄水場拡張	南ギザ 浄水場 北ヘルワン " マアデイ " ロード・エル・ファラグ 浄水場						
②浄水場新設	デビン(上水)浄水場 " (上水) 北東カイロ " エンシバ " フォスタット "						
③浄水施設の改良	南ギザ 浄水場 カフル・エル・エルウ " ロード・エル・ファラグ "						
④深井戸増設							
2. 時間最大給水量増加							
①配水池新設	エンシバ、ドッキ、オベルグ ナスル、ハックチック、 アハマル、マアデイ、 モカッタム、ヘルワン						
②配水管拡張布設	第 1 次 第 2 次						
③配水管クリーニング	準備 実施						
3. 無効水量の減少							
①漏水防止対策	準備 実施						
4. ピーク時給水の回避							
①給水タンクの設置及 びポンプ直結の禁止	準備 実施						
5. 藻類除去対策							
①方策の比較検討 ②併用方策	実験研究 "						

3-4 対策事業の効果

3-4-1 緊急改良措置の効果

調査団の提案した緊急改良措置による事業効果は次のようにまとめることができよう。

(1) 生産水量

1): 濾過池逆洗回数の減少、2): 沈でん池改造による処理能力の増加、3): 濾過池負荷の増加、により全生産水量が増加することになる。1)についていうと逆洗回数1回の節約は、濾過池運転時間を20～30分増大させ、更に逆洗用の処理水量の節約につながる。2)に関しては、沈でん池を改造することにより、良好な沈でん水を得ることのできる最大許容能力及び沈でん効率がある程度まで上昇するということである。3)は、沈でん水中に残留フロックが少なければ濾過池の濾過継続時間が延長されるということである。

上記1)及び2)について増加する水量はほぼ次のようになる。

浄水場名	改良後の 沈でん池能力	改良後の最大 許容処理能力	濾過池逆洗回数の減少 により節約できる量
南ギザ浄水場	138,000 m^3 /日	152,000 m^3 /日	3,000 m^3 /日(2%)
カフル・エル・エルウ //	22,000	24,200	500 (//)
ロード・エル・フアラダ //	240,000	264,000	5,000 (//)

これらの改良措置は、現在建設中の配水池の完成を待って、浄水場の24時間定量運転の実現に貢献することになる。

(2) 処理水質

濾過池のフロック キャリオーバーに伴って生じがちな濾過池からの懸濁粒子の漏出、すなわちブレイクスルー現象は沈でん効率の改善の結果、多分に解消されるものと期待できる。

(3) 配水管通水能力の回復

既設管のクリーニング作業を行うことにより、管路の通水能力が回復して、配管網の水圧が上昇し、同時に配水ポンプの吐出圧が小さくてすむようになる。このことは、水量の増大及び消費電力の減少という二つの利点を生みだすことを意味する。

ウィリアム・ヘーズン公式の流速係数が $C=80$ に落ちたような古くて、つまっている管でも、クリーニングを行えば C は大きく上昇し、 $C=120$ 程度にもなるので、通水能力は50%以上も増すことになる。

3-4-2 前期事業(1976年～1980年)による効果

何はともあれ、カイロ水道の現在の緊要課題は、できる限り短期間に給水能力を増大させることである。幸い、今のところ建設工事が順調にいつているので、大部分の工事は数年のうちに完了するものと考えられる。したがってそのときには、浄水場の過負荷運転が解除され、また、安定した給水体制が確立されるのである。

3-5 緊急対策事業計画

3-5-1 事業の選定

これまでに述べたように、水道庁は水不足解消のため、あらゆる努力を重ねており、中でも浄水場の新設および拡張には大きな力を入れ、表3-3にみられるように、現在5浄水場が工事中である。特に、近く完成の北東カイロ浄水場はそのなかで最大規模であり、現在発展中の北東地区、主として高級住宅街のヘリオポリスに給水するよう計画されており、水不足緩和を多いに期待されている。

ヘリオポリスでは現在北カイロ浄水場、北東カイロ浄水場内 およびゼイトンの深井戸より供給されているが、他より40m程度高台に位置することなどより十分な給水状況であるとはいえない。さらにこの地区が東(高台)方向に発展中のことやゼイトンの深井戸が水質悪化のため近い将来使用停止になることより大量の水が必要となり、上記浄水場の建設を急いでいるわけである。

一方、送配水管の整備拡張は、前述、表3-3のように1976~77年の2年間に190km近くも予定されている。現在市内各所で布設工事中であるが、工事の大半が人力によって行なわれているので、その進行が思わしくなく、浄水場工事の進捗状況と矛盾している。

上記、北浄水場からヘリオポリスへの送水管布設に至っては、未だ手のついていない状況である。ヘリオポリス内の配水管網は既設のものが整っており、大量の水が送られてきてもかなり配分できるだけの容量があるので、上記浄水場からこの地区の高台までの送水本管を布設し、そこに配水池を設けるのみで大いに給水量増加に役立つ。

以上を勘案し、さらに、カイロ水道庁、カイロ市政庁の要望をも加味すると、ヘリオポリス地区へ送水本管を布設することを他の諸事項より優先させるべきであり、これを水道の緊急事業とする。

3-5-2 事業の概要

(1) 供給水量

今回の事業で、この地区に供給する水量は北東カイロ浄水場の施設能力、すなわち、浄水場の処理能力及び送水ポンプの容量の両者を勘案して決定させる。

1) 浄水能力

北東カイロ浄水場の最終水量は $450,000 m^3/日$ であるが、このうち1976年中に、 $200,000 m^3/日$ が完成する。

2) ポンプの容量

既設の高揚程送水ポンプの容量は $600 \ell/秒 \times 100 m$ で設置台数は6台である。

このうち、予備のポンプを他の浄水場と同様に100%とみると、送水量は、

$$0.600 m^3/秒 \times 3 台 = 1.80 m^3/秒 = 150,000 m^3/日$$

従って、上記事項から、今回ヘリオポリスに供給する水量は $150,000 m^3/日$ と設定する。

(2) 配水池

ヘリオポリスは標高 $+40 \sim +60 m$ の高台に位置しているので、配水圧を $3 kg/cm^2$ と考えると、配水池は標高約 $+90 m$ の位置に建設するのが妥当である。

配水池の容量は、水道庁の基準に準じて日給水量の25%にする。ただし、当初は時間変化がそれほど大きくないと想定されるので、今回はこのうち、1/2容量の配水池を建設することにする。残りの1/2は将来、需要に応じて建設するものとする。

したがって、今回の配水池容量は、

$$V = 150,000 \times 25\% \times 1/2 = 20,000 m^3 \text{ となる。}$$

その他の配水池諸元は次の通り。

$$\text{池 数} = 1 \text{ 池}$$

$$\text{有効水深} = 5.0 m$$

$$\text{水位(HWL)} = +92.0 m$$

$$(LWL) = +87.0 m$$

(3) 送水管

上記、ヘリオポリスの配水池に送水する管の諸元は次の通りとする。

$$\text{管 径} = \phi 1,200 mm$$

$$\text{延 長} = 9,800 m$$

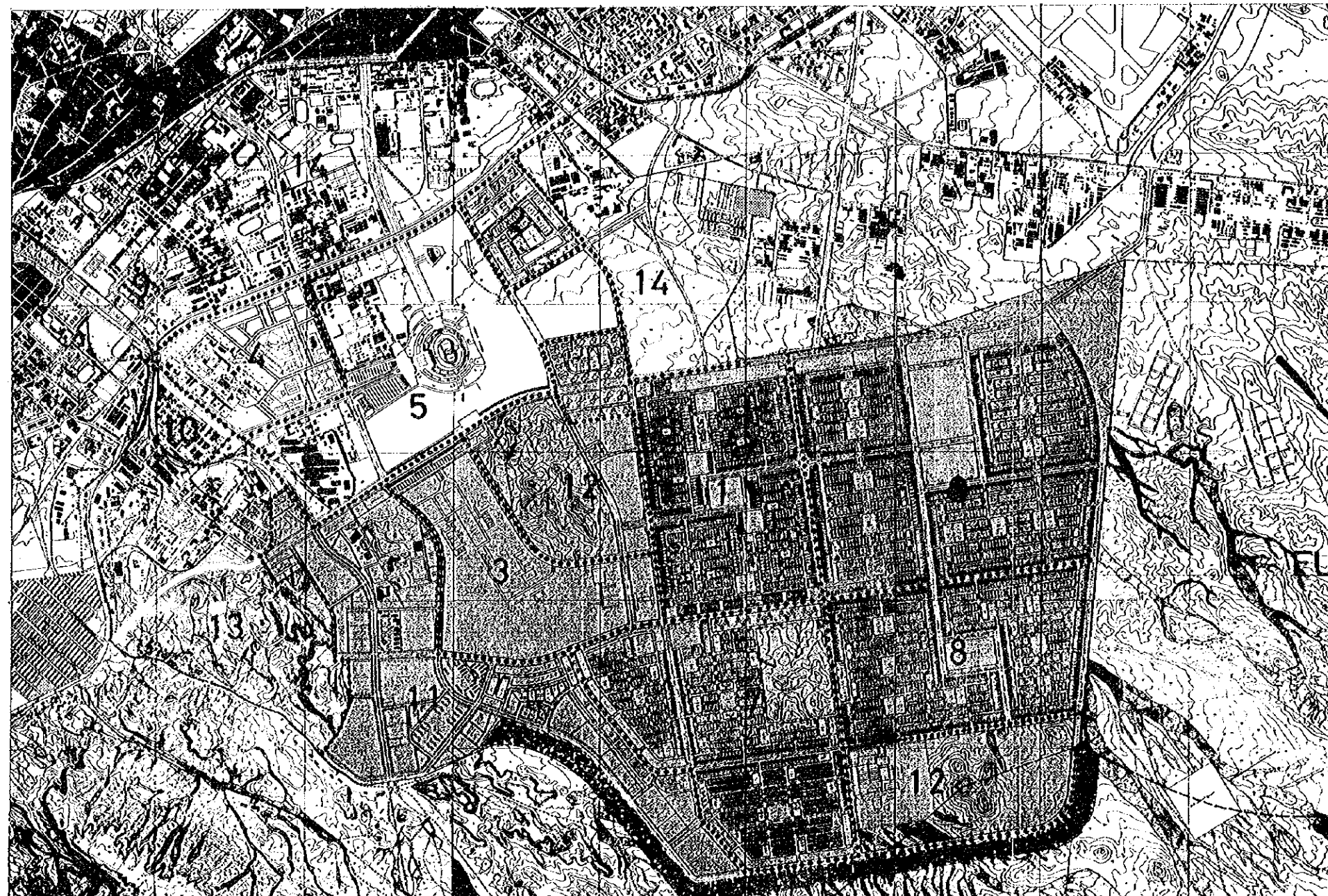
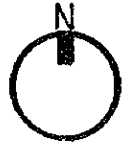
なお、管種については、高水圧及び交通荷重を考慮すると、水道庁が現在送配水管のほとんどに採用しているように、ダクタイル鋳鉄管とするのが妥当である。

(4) 事業費及び事業評価

この緊急対策事業の事業費及び事業評価については、他の緊急事業と共に第 5 章でまとめて述べてある。

FIG 4-1 GENERAL PLAN
NASR CITY

1/34,000



FUTURE EXTENSION AREA

-  PROPOSED IRRIGATION AREA
-  PROPOSED GREEN BELT

1-501
103(1)

Tab. 4-1. ESTIMATED IRRIGABLE AREA

<u>Zone</u>	<u>Land Use</u>	<u>Area</u>	<u>Non-Row Water Facilities</u>	<u>Estimated Rate of Green Area</u>	<u>Estimated Green Area</u>
1) First Zone	Housing Area	1,914,664	1,914,664	Shown at Table	626,000
2) Second Zone	-ditto-	391,232	-	-ditto-	-
6) Sixth Zone	-ditto-	3,196,198	3,196,198	-ditto-	1,070,000
7) Seventh Zone	-ditto-	2,113,251	2,113,251	-ditto-	708,000
8) Eight Zone	-ditto-	1,616,146	1,616,146	-ditto-	537,000
5) Olympic City	Sporting area	2,024,400 300,000	-	-	-
4) International Fair	Commercial	735,000	-	-	-
9) Ein Shams University	Education	135,000	-	-	-
3) El Azhar University	Education	2,260,000	2,260,000	45%	1,017,000
10) Hospital Zone	Hospital	190,000	40,000	40%	16,000
11) Office Zone	Governmental Office	2,580,000	2,580,000	40%	1,032,000
12) Hilling Park	Recreation	1,993,000	1,993,000	90%	1,794,000
13) Desert Zone	Un-utilized	1,681,400	unnecessary	-	-
14) Other Zone	Government Area	4,730,000	1,800,000	35%	630,000
15) Green Belt	Green Belt of Outside	600,000	600,000	100%	600,000
TOTAL		26,460,291	18,113,259	44.3%	8,030,000

Tab. 4-2. GREEN AREA IN THE HOUSING AREA

	First Zone		Sixth Zone		Seventh Zone		Eight Zone		Estimated Rate of Green Area
	Total Area	Green Area	Total Area	Green Area	Total Area	Green Area	Total Area	Green Area	
1. Residential parcels	805,323	281,863	1,321,979	462,693	951,058	332,870	887,452	310,608	35%
2. Commercial parcels									
Small shops	13,442	1,344	10,178	1,018	-	-	-	-	10%
Kinder gardens	14,556	11,645	11,904	9,523	7,156	5,725	6,372	5,098	80%
Others	133,756	26,751	326,654	65,331	122,910	24,582	135,584	27,117	20%
3. Road	780,060	210,616	1,160,503	313,336	927,189	250,341	529,906	143,075	27%
Public gardens	72,415	65,174	180,188	162,169	104,938	94,444	56,832	51,149	90%
4. Governmental land	95,112	28,532	184,792	55,438	-	-	-	-	30%
Total	1,914,664	625,925 (31.4)	3,196,198	1,069,508 (33.5)	2,113,251	707,962 (33.5)	1,616,146	537,047 (33.2)	

第4章 原水供給緊急計画

4-1 計画の基本方針

4-1-1 地域の選定

第1章1-3「原水供給施設」の項で述べたように、現在、原水供給施設を備えていない地区の面積は、主要市街化地域の面積の61%に及ぶ。この内、政府が市街化地域として開発を計画しているナスルシティや、工業団地を計画しているヘルワンには、原水供給施設の建設が計画されている。

上記のナスルシティは、砂漠の中に位置し、現況市街化地域の中でも緑が最も少なく、塵埃が多い町である。現在、政府による都市計画に基づいて、中流階級のアパートが建設中であり、また、アズハル大学の一部が移転建設中である。既に開発が完了した地区には、行政官庁も多く設置されている。

一方ヘルワンは、政府が工業都市として計画している地区であり、現在労働者向けの住宅や工場の建設が、既存区域より砂漠に向かって進められている。

この両地区の第一期計画は、ここ数年後に全て完了する予定である。健全な生活環境を確保し、工業生産活動の進展による、大気汚染を最少限に抑える為には、その建設の完了時点で、豊かに緑が成長していることが望ましい。

水道庁は、この両都市の建設に際しては、原水供給の重要性を十分認識し、浄水場の増設工事とともに、原水供給用ポンプの据付けを計画し、工事を完了している。しかし、パイプラインのネットワークがまだ計画されていないためこのポンプは利用されていない。

本章における計画は、パイプラインの敷設に早期着手し、将来、住民がこの地区で生活を始める時には、既に緑が成長をしているように、環境を整備することを目標とする。

また都市中心地区では、緑の量が十分ではないが、土地利用上の制約から、大規模に緑を殖やすことは困難であるので、その周辺の土地に、緑の豊かな地区を設けることにより、生活環境における緑の効果を、カイロ全体に波及させることを考える。

以上の観点より、今後の都市発展のモデルとなるような、都市の緑化計画を実現するために、本計画では、ナスルシティーおよびそれに隣接するヘリオポリス地区と、ヘルワン地区を、計画対象地区としてとりあげた。

(1) ナスルシティー

ナスルシティーについては、優れた都市計画が既に策定されているが、その第一期計画で全体の約3分の1の2,646haが開発され、今後西方に発展するように計画されている。第一期工区の約50%の土地に住宅、その他の施設がすでに建設されている。

この地区は、オリンピック・スタジアムや大学、官庁が多く、官公庁緑地地区およびペットタウンとして計画され、現在建設中の区域だけで、約137,000人の入居者を予定している。

本計画は、既存の都市計画に従って行う。現在その南側および東側は砂漠に接しているが、このうち、将来とも砂漠に接する南側の延長は約8kmである。この市街地と砂漠の境界線に、巾100mの防風林を計画する。従って、第一期計画区域の面積は、約2,706haとなる。

(図面4-1参照)

今回の緊急計画の対象区域は、第一期工区2,706haのうち、原水供給施設が既に備わっている地区を除いた、1,811haについて計画を作成する。ナスルシティーの土地利用計画より判断して緑地率は表4-1、4-2に示すように、住宅地区では35%、道路では27%、公園では80~90%である。これよりナスルシティーのかん漑面積は803haとなる。

(2) ヘルワン

ヘルワンは、カイロ大都市圏の南端に位置し、政府の計画により工業都市として、将来の発展が約束されている地区である。既に原水供給用のポンプがテビン浄水場に据付けられているが、パイプラインが未完成の為に未だ運転されていない。

この地区は、これまでに開発計画案が競技設計や、その後の協議、調整を経て、既に、将来計画の構想が決定している。政府は、カイロ大都市圏の他のどの地区よりも早急にこの計画を推進する予定である。そのため、パイプラインを早期に敷設し、エル・テビン浄水場のポンプと一体となって環境の整備を図ることが必要であるとする。

そこでヘルワンにおけるパイプライン敷設を、本計画に含めるものとする。

(3) ヘリオポリス

ヘリオポリスは、ナスルシティの北に隣接する住居地域である。すでに北東カイロ浄水場には、この地区のための原水供給専用のポンプが据付けられているが、ヘルワンの場合と同様、パイプラインの敷設はまだ計画されていない。この為住民1人当たり30ℓ/日の上水が Kann 瓶に使用されている。

従って、このポンプの有効利用を図り、上水を節約する為にパイプラインの計画を緊急事業として、取りあげることとした。

4-1-2 用水量の決定

用水量の推定には種々の方法が考えられる。直接測定もその一つであるが、条件により、その値が大きく変化することと、今回の調査期間では用水量が最大となる夏期のデータが得られなかったため、気象データにより用水量を求める。

最も理論的な方法として、Penmanの方法がある。この方法に必要なデータがすべて入手できたので、用水量の推定にPenmanの方法を用いる。

理論用水量(蒸発散量)は、次式により与えられる。

$$E_T = \frac{\Delta H + 0.27 E_a}{\Delta + 0.27}$$

ここで、 H および E_a は次式によって与えられる。

$$H = R_A (1 - r) (0.18 + 0.55^n / N)$$

$$- \sigma T_a^4 (0.56 - 0.092 \sqrt{1/d}) (0.10 + 0.90^n / N)$$

$$E_a = 0.35 (1_a - 1_d) (1 + 0.0098 U_2)$$

ここで、 H : 地表熱量

R_A : 放射熱量

r : 反射係数

n : 実日照時間

N : 可能最大日照時間

σ : ボルツマン定数

T_a : 温度

1_d : 蒸気圧

E_a : 蒸発量

1_a : 飽和蒸気圧

U_2 : 地上2mの風速

Δ : 飽和蒸気圧曲線の勾配

上式により月別用水量を計算すると下表のようになる。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
用水量	2.1	3.4	5.0	6.9	7.6	8.5	7.5	7.0	6.2	5.3	3.3	2.3

これより最大純用水量は6月に生じ、8.5 m³/日となるが、経済性を考慮して、7.5 m³/日とする。このために、6月には用水量の不足を生じるが、植物が枯死する心配はないと考える。

4-1-3 かん漧方法

4 (1) グリーンベルト

砂漠と市街化地区の境界に建設される、グリーンベルトのかん漧方法には、重力式の水盤法によるのが適当と考えられる。即ち、調整タンクからの水を、パイプラインによって、グリーンベルトの東端の標高が最も高いところへ運び、これよりグリーンベルトに沿ってパイプラインで流す。このパイプラインに沿って、100 m毎に分土工を設け、小溝により、各水盤に水を導く。

(2) 街路樹および中央分離帯

街路樹および中央分離帯の緑のかん漑は、ゴムホースによる散水によって行う。この方法非常に簡単であり、かつ現在カイロで、一般的に行われている方法である。道路沿いに配管し、50 m毎に給水栓を設ける。

この場合、給水栓の位置は水圧低下時の逆流を防止する為、地表より10 cm程度高いところに取付けるものとする。

(3) 公園、大学、官公庁

公園や大学のキャンパス、官公庁の庭は、スプリンクラーによって、かん漑する。この方法によると、樹木の葉に付着している塵埃を、かん漑用水によって洗浄し、常に緑をフレッシュに保つという利点がある。

このような場所では、スプリンクラーとその付帯施設の維持管理も容易に行うことができよう。スプリンクラーによるかん漑では、施設に要する費用が比較的大きくなるが、運転、維持管理に要する費用は小さい。回転式の中圧スプリンクラーが最も適当であろう。

(4) 個人住宅、共同住宅

個人住宅および共同住宅の庭は、配水管よりビニールパイプで水を引き込み、ゴムホースあるいは、スプリンクラーによってかん漑を行うものとする。

4-1-4 住血吸虫の対策

従来この地域には、ナイル河の洪水によって、中間宿主貝が流失したため、住血吸虫による被害は少なかった。しかし今後は、ナイル河の洪水が無くなった事によって、ウォーターヒヤシンズが発生し、酸素不足によって貝の発生が増すであろうと考えられる。ナイル河本流は安定した流れを持っているが、支流、運河、沼地等の流れが少ないため、特に発生増は大きいと考えられる。

そのため住血吸虫の生育、感染経路より推察し、カイロ市内に於ける住血吸虫の現況を検討し、これによって予防対策を検討した。(付属資料R-4参照)

(1) 住血吸虫の発生

- 1) 滅菌設備が完備し、圧力水によって送水されているため、飲料水よりの感染は、ほとんど無いと考えられる。

- 2) 旧市内に於ける原水供給施設は、ポンプによる圧力水をゴムホース等によって散水している。この場合稚貝も水と同時に散布されるが、乾燥地にまかれているために稚貝が生育しない。
- 3) 原水を散水せずに、フラットさせてかん漑している地域には、水が一定期間たまり、貝が生育する可能性もあるが、時々干されているために、発生源としての確率は少ないであろう。これは今後の維持管理の面より、発生源とならぬ方法を検討すべきである。
- 4) 原水をポンプアップした後、重力式かんがいをしている マアディ地区は、この住血吸虫の巣になっていると考えられる。即ち、揚水によってあげられた稚貝は、開水路を流れる事によって、適当な温度と日光、栄養物によって生育し、水路や水たまり、分水溝のコンクリート壁等に生息している。これに卵が入った場合、セルカリア幼虫が生じ、地区全域が最も危険な状態となっていると考えられる。
- 5) ナイル河添いの湿地、カイロ市北部の、常時水たまりのある地区等は、住血吸虫のすみかとなっている恐れもある。

(2) 住血吸虫対策

付属資料 R-4 に言及した、住血吸虫の特徴を考慮して、次の 2 点を住血吸虫症防止策の目標とした。

- 1) セルカリアを死滅させる。
- 2) 中間宿主貝の 2 次発生を防ぐ。

1) の点については、揚水機場において、塩素殺菌をおこない、送水は全てパイプラインで管内流速を 1m/sec 以上とする。また、かん漑はゴムホース、スプリンクラー 等による散水方式とする。

2) については、水たまりを作らない様にし、特にかんがいは、7 日間のローテーションを作って散水し、稚貝が生育出来ない様にする。また、市内において、汚水その他による水たまりを除去し、常に清潔に保っておく様にする事も必要であろう。

原水の取水地点を、川の中央の深部より導水し、稚貝の流入を少なくする。

水たまり、湿地、川岸には、石灰チッソ（肥料）を時々散布する事により、貝の繁殖をおさえる事が出来る。これは植物の生長も助けるであろう。また大量発生の場合は B・H・C（農薬）

の散布が効果的である。

人体にセリカリアを侵入させないため、直接水にふれる事なるべく避け、ふれる可能性のある場合には、Pimethyl Phihalate や Benzyl Benzoate 等を皮膚に塗布して置く。また、沈澱地、タンク等の土砂の除去は、極力機械によって行い、皮膚にふれる機会を減らすことであろう。

上記の各予防策を十分に考慮して、原水供給計画が策定されなければならない。

4-2. 施設規模の算定

計画地区として選定した、ナスルシティ、ヘリオポリスおよびヘルワンにおける自然条件はほぼ同一である。土壌は砂質ロームでPHは7.5~8.0と比較的高いアルカリ性を示す。

植生される樹木、草木は、表2-14に示した植物が採用されるものとし、単位用水量は3地区とも同一とする。

4-2-1 ナスルシティの計画

ナスルシティのかんがい面積は803 haである。これに要する1日当りのかんがい用水量は、送水損失10%、かんがい損失25%とすると、4-1-2で検討した用水量7.5 m³/日を用いて、

$$803 \text{ ha} \times 7.5 \text{ m}^3/\text{ha日} \div 0.90 \div 0.75 = 89,000 \text{ m}^3/\text{日}$$

となる。

この地区には北東カイロプラントより供給を行うが、同プラントに据付けられたポンプ以外に、新たにナスルシティのために設置すべきポンプの能力は、

$$89,000 \text{ m}^3 \div (16 \times 60 \text{ min}) = 92.7 \text{ m}^3/\text{min} \\ \rightarrow 31 \text{ m}^3/\text{min} \times 3 \text{ 台}$$

と計算される。

すなわち、31 m³/minの能力ポンプが3台必要であり、予備1台を考え、計4台とする。ポンプは北東カイロ浄水場内に設置する。

後述するように、同浄水場にはヘリオポリスに原水を供給する為のポンプが設置されている。従ってパイプラインは、ヘリオポリスの調整タンクまで共通のものとし、それよりブース

ターボポンプにより、ナスルシティの公園予定地内に設置する。調整タンクにポンプアップする。
この調整タンクの容量は、1日の消費水量の25%を貯水できる大きさとする。すなわち

$$89,000\text{ m}^3 \times 0.25 = 22,250\text{ m}^3$$

である。

ブースターポンプから、調整タンクまでのパイプラインの径を1,200mmとすると、流速は、

$$93\text{ m}^3/\text{min} \div 60\text{ sec}/\text{min} \div \{3.14 \times (0.6\text{ m})^2\} = 1.37\text{ m}/\text{sec}$$

である。

4-2-2 ヘリオポリスの計画

ヘリオポリスには、既に道路、公園等に、かん漑用のパイプが敷設されており、その用水には、上水が使用されている。原水供給用のポンプは北東カイロ浄水場に据付けを完了しており、その容量は720m³/hrのポンプが4台である。

本地区では、これらのポンプができるだけ早く効力を発揮し、有効に使用できるように計画する。すなわち、4台の内、常時3台を使用でき、16時間運転が可能となるように、パイプラインと調整タンクを計画する。したがって、1日当りの給水量は、

$$720\text{ m}^3/\text{hr} \times 3 \times 16\text{ hr} = 35,000\text{ m}^3$$

となる。

パイプラインはナスルシティと共通とするので、1日の合計通水量は124,000m³となり、径を1,350mmとすると、流速は、

$$124,000\text{ m}^3 \div (16\text{ hr} \times 3,600\text{ sec}/\text{hr}) \div \{3.14 \times (0.675\text{ m})^2\} = 1.50\text{ m}/\text{sec}$$

となる。

また調整タンクは、1日の必要量の25%が貯水できるように、9,000m³の容量が必要であり、この他に、ブースターポンプの運転のために必要な容量6,000m³と加え、15,000m³のタンクを計画する。

ヘリオポリスの都市用水供給は、水道庁の指導のもとに、別個の機関であるヘリオポリス水道局が担当している。従って、原水供給施設完成後は、水道庁がこの機関に水を売却し、タンク以降の配水は、ヘリオポリス水道局によって行われる、という方法がとられることになる

う。

4-2-3 ヘルワンの計画

この地区の原水供給のために、エル・テビン浄水場に、 $500\text{ m}^3/\text{hr}$ の容量のポンプが2台据付けられている。このポンプもヘリオポリス地区同様、配管が未だ完了していないので、ポンプは使用されていない。このポンプ場の1日当りの給水量は、予備ポンプを考慮せず、運転時間を1日16時間とすれば、

$$500\text{ m}^3/\text{hr} \times 2 \times 16\text{hr} = 16,000\text{ m}^3$$

となる。

従って、前2地区と同様に考え、1日の必要量の25%を貯水する、 $4,000\text{ m}^3$ の調整タンクと $500\text{ m}^3/\text{hr}$ の給水パイプラインを計画する。この時の流速は $1.4\text{ m}/\text{sec}$ である。

本計画の範囲は、エルテビンに据付けられたポンプを稼働させることが急務であるとして、そのためのパイプラインと調整タンクの設置に限ったが、ヘルワン地区の開発計画の進展と合わせて、予備ポンプの設置やさらに必要な原水供給施設が計画されなければならないことは言うまでもない。

4-3 施設の基本計画

4-3-1 揚水設備および取水装置

(1) ポンプ場の位置

ナスルシティのための、原水の取水地点は、その候補地として北カイロポンプ場、または、北東カイロポンプ場をあげることができる。

取水地点からナスルシティのかんがい予定地まで、一本の管路で揚水するには、約 150 m のポンプ揚程が必要である。勿論、ポンプ設備および配管の製作上全く問題はないが、ウォーターハンマーについては、充分検討する必要がある。

付属資料に示すとおり、ウォーターハンマーについて計算した結果、十分安全性がある事は明らかになった。しかし現在カイロ市にあるポンプが全て 100 m 以下であること、既存のパイプと新設パイプを連結することは、事業全体の効果が増すこと、等の理由により、取扱いや保守管理等も考慮し、この原水供給設備も現地で使いなれている 100 m 以下とするのがよいと考えられる。

そこで、ポンプ設備は、2 段揚水として計画を進めることにする。

北東カイロポンプ場は、現在建設中で、ヘリオポリスへ原水を供給するために、揚程 100 m、能力 720 m³/時 のポンプが 4 台据付けられる。しかし、このポンプ場には、送水管がまだ計画されていない。したがって、ナスルシティのために、新たに提案する原水ポンプの揚程を、100 m に合せば、揚水管が共通に使用できることになる。

北カイロポンプ場から、別々に配管を布設するよりは、経済的であるため、取水ポンプ場は、建設中のノースイーストカイロポンプ場に併設して建設するのがよいであろう。

揚程 100 m のポンプで揚水できる位置は、配管その他の抵抗損失を考慮して、標高 90 m の地点（ポンプ 吸水面 標高約 14 m）となる。ここに、調整タンクと、加圧ポンプ場を建設し、ヘリオポリス方面には、自然流下方式で給水すると共に、ナスルシティ方面には、更に加圧ポンプで揚水する。

これらのことからポンプ場は、次の 2 個所に建設するのがよいであろう。

取 水 : 北東カイロポンプ場と併設

加 圧 : 標高 90 m 付近 ヘリオポリス加圧ポンプ場

(2) 原水揚水設備概要

ポンプ設備の概要は次の通りである。

1) 北東カイトポンプ場

ゲート弁	3 台
粗目スクリーン	2 面
沈砂池用 水中サンドポンプ	1 組
原水ポンプ	4 台
バルブ類	1 式
補機設備	1 式
室内配管類	1 式
天井走行クレーン	1 基
電気設備	1 式

2) ヘリオポリスポンプ場

ゲート弁	1 基
原水ポンプ	4 台
バルブ類	1 式
補機設備	1 式
室内配管類	1 式
天井走行クレーン	1 基
電気設備	1 式

フローシートを図4-2および図4-3に示す。

(3) ポンプの運転方式

ポンプの運転方式は、できるだけ取扱いが容易で、保守管理に便利な、1人制御方式とする。1人制御方式は、次に示す通り、運転員の一回の操作でポンプの起動または、停止が行えるものである。

起 動

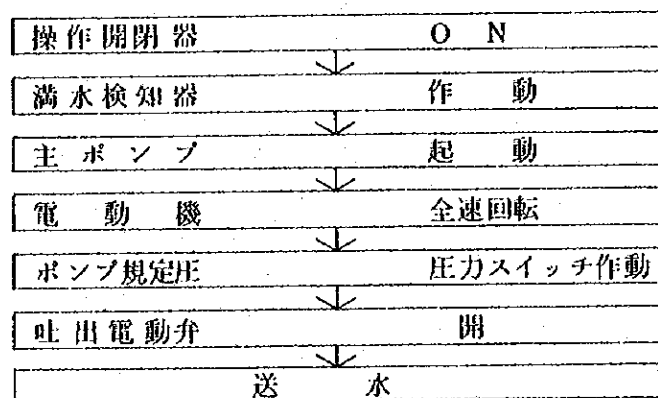


FIG 4-2 FLOW SHEET

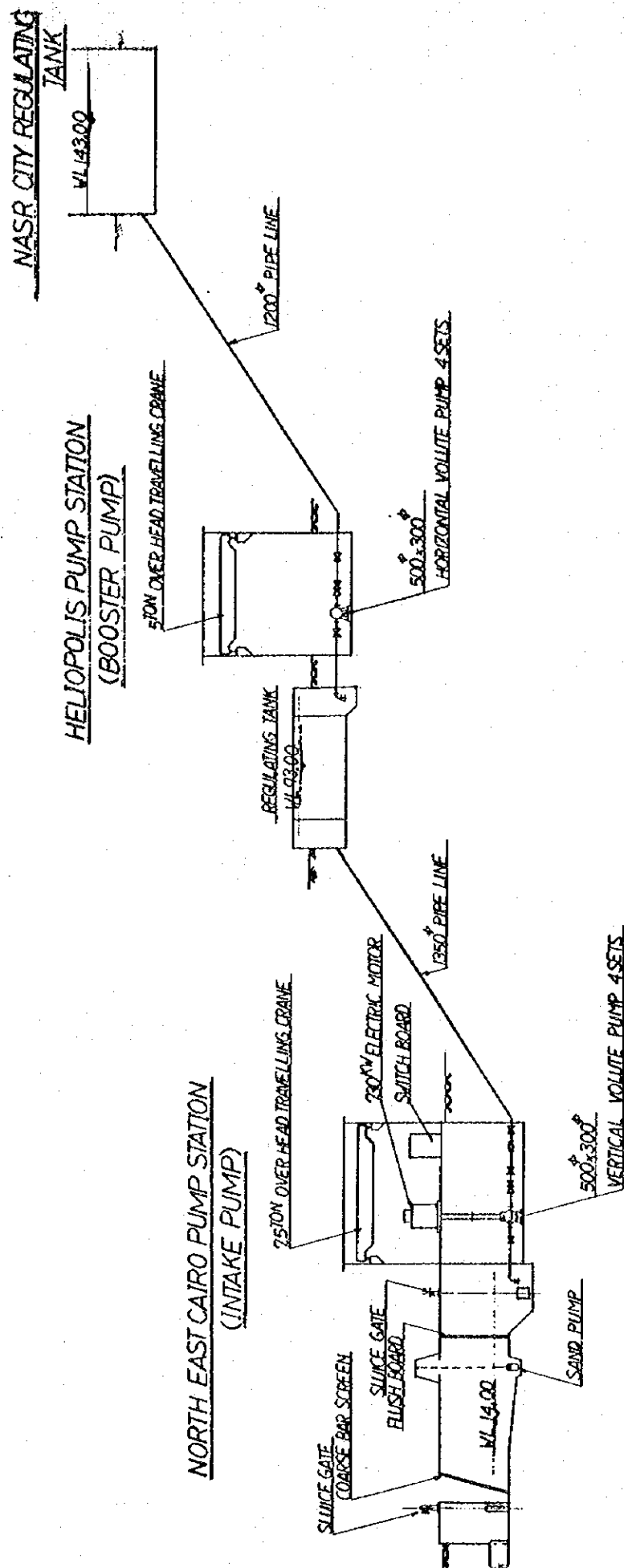
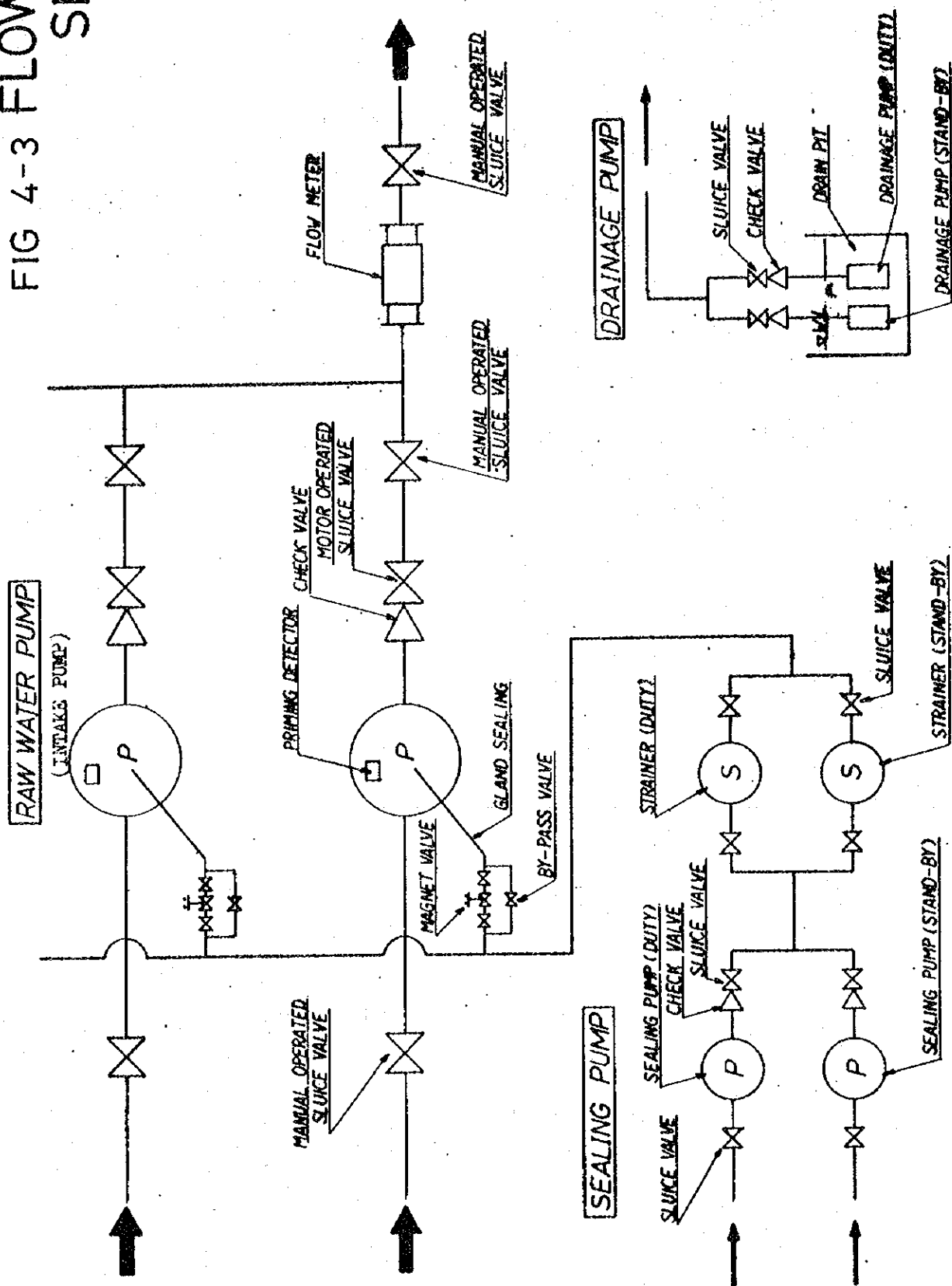


FIG 4-3 FLOW
SHEET



停 止

操作開閉器	OFF
↓	
吐出電動弁	閉
↓	
主ポンプ	停止

また、切替により、各機器は単独に操作もできるものとする。

北東カイロ浄水場に併設する、取水ポンプ場には、ヘリオポリス調整タンクの水位を、また、ヘリオポリス加圧ポンプ場には、ナスルシティ調整タンクの水位をそれぞれ表示する。

各ポンプ場の運転員は、この水位計をみて運転台数を決定し、ポンプの起動、停止を行うものとする。

加圧ポンプ場の運転台数を取水ポンプ場に表示し、また、この2機場と、既設原水ポンプ場をつなぐ連絡用の直通電話を設置すると便利であろう。

ポンプの運転中に調整タンクの水位が異常上昇、また吸水槽水位が異常低下した場合は、警報と共に自動停止させ、また調整タンク水位が異常低下した場合は、警報を鳴し、運転員に知らせる装置も設置されるとよい。

(4) 原水ポンプの選定

1) 取水ポンプ

イ) 原水揚水量

新設ポンプ ^{*1} 総水量	9 3m ³ /min
既設ポンプ ^{*2}	1 2m ³ /min × 3台 ^{***} (別に 1 台予備)
	= 3 6m ³ /min
合計	1 2 9m ³ /min

* 注1 ナスルシティのための本計画でとりあげたポンプ

** 注2 水道庁により、建設中の北東カイロ浄水場に計画されている原水供給のためのポンプ

*** 注3 水道庁の資料では、ポンプの能力を720m³/hr で表示してある。

ロ) 全揚程

既設ポンプに合わせて100mとする。

ハ) 損失水頭

送水管はダクタイル鋳鉄管（セメントライニング）とし、径1350mm延長9,800m

管内流速 1.502 m/sec

であるから

送水管損失揚程

（ハザン・ウィリアム 公式より $C=120$ ）

$$Hf1 = 14.2\text{ m}$$

送水管中の曲管損失（送水管損失の20%として）

$$Hf2 = 2.8\text{ m}$$

ポンプまわりの損失

$$Hf3 = 2.0\text{ mとする}$$

余 裕

$$Hf4 = 2.0$$

損失合計

$$Hf_t = 21.0\text{ m}$$

となる。

ニ）調整タンク水位

吸水槽の水位を標高14.0mとすれば、

$$100 - 21 + 14 = 93\text{ m}$$

したがって、ヘリオポリス調整タンクの高水位は、標高93mにとることができる。

ホ）ポンプ台数

ポンプは危険分散のため、複数台に分割して計画するのがよいが、あまり台数を多くするとポンプ効率が低下し、またポンプ室も大きくなる。この設備では、3台程度に分割するのが適当であろう。予備ポンプを1台設置し合計4台とする。

ヘ）電動機容量（MKW）

$$MKW = \frac{0.163 \times H \times Q \times V}{\gamma} \times (1+Q)$$

ここで、

ポンプ全揚程 $H = 100\text{ m}$

揚水量（1台当り） $Q = 93 \div 3 = 31\text{ m}^3/\text{min}$

ポンプ効率 $\gamma = 80\%$

電動機余裕 $Q = 15\%$

比 重 $R = 1.0$

とすれば

$$MKW = \frac{0.163 \times 100 \times 31 \times 1}{0.8} \times (1 + 0.15)$$

$$= 726.4 \text{ KW}$$

したがって電動機容量は730 KWとする。

2) 加圧ポンプ

イ) 揚水量

加圧揚水量 $93 \text{ m}^3/\text{min}$

ヘリオボリス 自然流下 $36 \text{ m}^3/\text{min}$

ロ) 全揚程

吸水槽水面 LWL 89.0 m

ナスルンティ調整池水面 HWL 148.0 m

実揚程 $H_a = 148.0 - 89.0 = 59.0 \text{ m}$

送水管 $1200 \phi \times 5100 \text{ m}$

ダクタイル鋳鉄管(セメントライニング)

管内流速 1.371 m/sec

送水管損失揚程
(ハザン・ウィリアム公式より $C=120$)

$$H_{f1} = 7.2 \text{ m}$$

送水管中の曲管損失(送水管損失の20%として)

$$H_{f2} = 1.4 \text{ m}$$

ポンプまわりの損失

$$H_{f3} = 2.0 \text{ m} \text{ とする。}$$

とすると、ポンプ全揚程は

$$H_t = H_a + \sum H_{f1 \sim 3}$$

$$= 59.0 + 10.6 = 69.6 \text{ m}$$

したがって、全揚程は余裕をみて70 mとする。

ハ) ポンプ台数

取水ポンプに合せて、常用ポンプ3台、予備ポンプ1台、合計4台とする。

ニ) 電動機容量 MKW

$$MKW = \frac{0.163 \times H \times Q \times \gamma}{\eta} \times (1 + \alpha)$$

$$H = 6.7 \text{ m}$$

$$Q = 93 \div 3 = 31 \text{ cu-m/min}$$

$$\psi = 82 \%$$

$$\alpha = 1.5 \%$$

$$\gamma = 1.0$$

$$= \frac{0.163 \times 6.7 \times 31 \times 1}{0.82} \times (1 + 0.15)$$

$$= 474.8 \text{ KW}$$

したがって電動機出力は480 KWとする。

(5) ポンプの形式

1) 取水ポンプ

ポンプの据付高さは、吸水面より低い位置とすることにより、次のような利点がある。呼水装置が不要となり運転操作が非常に簡単になる。またポンプに悪影響を与える、キャビテーション現象に対しても安全性が高くなる。

電気設備はなるべく高い所に設置した方が、湿気および浸水に対し安全であろう。したがって、電動機および配電盤は、地面より高い位置に据付ける。

これらのことから、ポンプは地下室、電気設備は1階に据付できるよう、立軸形ポンプとして計画した。

ポンプは、単段の羽根車を有する立軸両吸込うず巻ポンプとし、分散点検が容易で、故障の少ない構造とする。

2) 加圧ポンプ

加圧ポンプの据付高さも吸水面より低い位置とする。加圧ポンプの場合は、調整タンクから吸水するので、取水ポンプのように地下室は深くならない。

このため、多少ポンプ室が大きくなっても、分散点検が容易な、横軸ポンプとした方が保守管理上便利であろう。配電盤は、地面より高い位置に据付けるのが望ましい。

ポンプ形式は、横軸両吸込うず巻ポンプとして計画する。

(6) 付帯設備

1) 北東カイロ取水ポンプ場

イスマイリヤ運河からポンプ吸水槽まで、2系列で導水する。各導水路には、スルースゲート、スクリーン、沈砂池があり、ポンプ室の吸水ピットにつながる。吸水

ピットの真中にも隔壁を設け、2槽に分ける。

取水設備を2系列にすることにより、片側の導水設備を使用しながら、もう一方の導水設備は、沈砂池の排砂、清掃、機器の補修等が行えるように計画した。

取水ポンプは、それぞれ吸込側に手動制水弁、吐出側には、緩閉逆止弁と電動制水弁を取付ける。

また4台のポンプの吐出配管は、ポンプ室内で1200φの本管に接続される。この送水本管には、1200φ電磁流量計を取付け、送水量の指示、記録、積算が行えるものとする。

その他の施設として、沈砂池の沈澱物を取り除くために、水中サンドポンプを設置する。またこのポンプが移動できるようにするため、ギヤードトロリーチェーンブロックの施設も取付ける。

また据付工事、保守管理、分解点検用として天井走行クレーンも計画する必要がある。

受電は10,500V、50Hz、2回線受電として計画する。電動機の電圧は6,300Vとし、変圧器は屋外に設置する。配電盤は鋼板製閉鎖自立形とし、屋内に据付ける。

2) ヘリオポリス加圧ポンプ場

加圧ポンプ場も、取水ポンプ場とほぼ同じような付帯設備を設けるものとする。ただし、沈澱物は、取水ポンプ場の沈砂池で大部分が除去できると思われるので、加圧ポンプ場では、簡単な沈砂池を設けるだけで、排砂ポンプは取付なくてもよいであろう。

調整タンクは、やはり真中で仕切り2槽とする。

その他、ゲート、ポンプの吸込および吐出側のバルブ、室内管配、1200φ電磁流量計、天井走行クレーン等も設置する。また電気設備も10,500V、50Hz、2回線受電とし、同様に計画する。

以上設備機器の概要を述べたが、詳細な仕様は付属資料C-1に示す。

またこれら施設の図面は、付属資料C-4図集に示してある。

4-3-2 ウォーターハンマに対する検討

(1) うず巻ポンプにおける、ウォーターハンマー現象

運転中のポンプが急停止した場合、急激な圧力の降下、上昇が起り、ポンプや管を破壊することがある。また条件によっては、ポンプ起動の際、吐出弁を急開すると、同じような現象を起すことがある。このようにある定常状態から他の定常状態に移るとき、流速の変化

が圧力の変化を起す過渡現象を、「ウォーターハンマー」とよんでいる。

高揚程ポンプ、大水量ポンプ、長距離送水、弱い管を使う場合等、その計画当初より、十分にこの対策を考えなければならない。

(2) 送水管内の水柱分離現象

通常ポンプを停止する場合は、先ず吐出弁を閉鎖し、管内の水を除々に止めてからポンプを停止させるので、大きな衝撃圧は発生しない。しかし停電の場合は、吐出弁が全開のままポンプが停止することになるので、流速変化が大きく、したがってウォーターハンマーが発生することになる。

ポンプが運転中、停電になると、吐出圧は急激に低下する。しかし管内の水は、まだ慣性で流れ続けようとする。このため管内の圧力は降下し、ついに管内は負圧となる。

このような状態が進行すると、ポンプからの給水が追いつかず、送水管内の水が切れて、真空の空洞が発生することがある。この管内にできる真空の空洞現象を、「水柱分離」と呼んでいる。

水柱分離が起ると、やがて管内の水が止まり、この空洞をうめるために逆流し、水と水とが衝突することになる。この時の衝撃圧は非常に高圧となり、配管やバルブを破壊することになる。したがって、水柱分離の発生は極めて危険なものであり、これを完全に除去する対策が必要である。

(3) ウォーターハンマー防止方法

ウォーターハンマー防止の基本目的としては、過渡期の流速変化を、極力ゆるやかにすることであり、すべての防止装置は、この目的のためにあるといってよい。

これをさらに直接目的の上から分類すれば、次の三つに分けられる。

- 1) 流速変化をゆるやかにする。
- 2) 圧力降下を防ぐ。
- 3) 圧力上昇を押える。

実際の防止装置としては、単純なものでよい場合もあるし、複雑なものもある。これは、ポンプ設備や地形、管種等、管路の条件により安全性、確実性、経済性、また設備の特殊性を考慮して選定される。

ウォーターハンマー防止法の基本的な考え方を簡単に示すと表4-3のようになる。

表 4-3

方 法	目 的	実 用 例 そ の 他
管内流速をおそくする。	流速変動を少なくする	管内流速はおそければおそい程よい 1m/sec 内外
$\overline{GD}^2$ を大きくとる	回転数変化を緩やかにし、流速変動を少なくする。	カップリングに $\overline{GD}^2$ を附加するか、それでも足りなければ、別個のフライホイールを付ける。
吐出管路に水を入れる	圧力低下し、真空になるのを防ぐ。	①サージタンクを設ける ②吸水面から別途の管で補水する。
吐出管路に空気を入れる	同 上	①空気室を設ける ②空気弁を設ける
緩閉逆止弁を用いる	圧力上昇を防ぐ	逆止弁をゆるやかに閉める。一般にオイルタッシュポットを用い、水流により閉める構造が多い
主弁の積極制御	同 上	主弁を油圧、空気圧、水圧等ならびに直流電源により積極制御する。
逆止弁の除去	同 上	逆止弁、フート のある場合に比し、ない場合の方が圧力上昇は少ない。ただ、ポンプ、電動機の逆転を伴うので注意が必要
自動水圧調整弁を用いる。	同 上	原動機の停止と同時に開き、過渡期の圧力変動を防ぐもので、一定時間後、除々に閉鎖するようにしたもので、放流はポンプを通さない。
安全弁を設ける。	同 上	一定圧力になれば、水を放出するものでバランスウェイト式のものとはスプリング式とがある

(4) 電子計算機による計算

今回の原水揚水設備の計画にあたり、ウォーターハンマー防止装置の検討は最も重要な問題の一つである。

万一配管が破損した場合は、大量の水が流出し、そのために大きな二次被害がでる危険性がある。このため、ウォーターハンマーについては十分な検討を行い、安全、確実な防止装置を取付けなければならない。

ウォーターハンマーの計算方法には、次の3つがある。

- 微分方程式の直接解
- 逐次計算法
- 図式計算法

ここでの計算は、図式計算法により、電子計算機を用いて詳細に行なった。配管の縦断面図は、1:2500地図の等高線を読んで作成した。電子計算機による計算経過は、付属資料R-2に示してあり、その結果は次の通りである。

1) 取水ポンプ

既設ポンプと、ここで計画している新設ポンプの並列運転を行い、最大水量129 m^3/min を送水中、停電により全合同時停止した場合について計算してある。

イ) ウォーターハンマー防止装置なしの場合

この配管系においてウォーターハンマー防止装置を設けない場合、停電後管内の圧力が急激に降下し、図4-4に示すような非常に大きな負圧が発生する。水柱分離の危険性が充分予想されるので、除去装置が必要である。

ロ) ワンウェイサージタンクを設けた場合

今回計画の揚水設備は、大水量、高揚程のため、エアーベッセルや、コンベンショナルサージタンクでは、実際の設計上、種々の問題があると思われる。

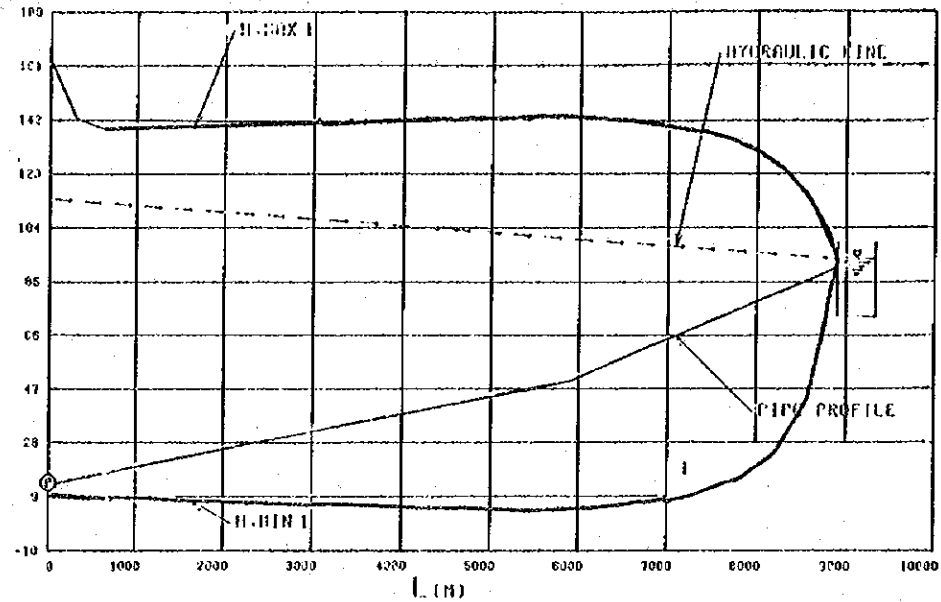
このため、地上高約20mのワンウェイサージタンクを3ヶ所設けることにより、水柱分離を防止するよう計画した。

この計算結果は図4-5に示す通り、送水管内に発生する負圧は水柱5m~6mに、また最高圧力も13 Kg/cm^2 以下におさえることができるであろう。

ワンウェイサージタンクの位置、容量等仕様詳細は付属資料の計算書に示してある。またワンウェイサージタンクの参考図面は成属資料C-4に示してある。

FIG. 4-4 WATER HAMMER PRESSURE CURVE
(1/TAKE PUMP)

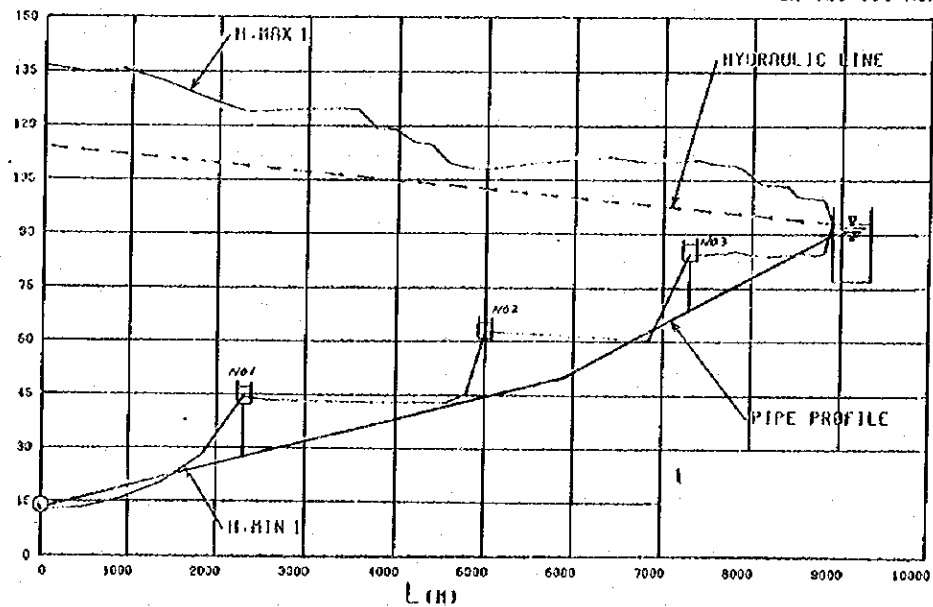
NO. 80102
HR=100.000 H
QR=129.000 M³/H



SCALE H 32.6m/10mm (7.4mm/10mm SM-4)
L 434.6m/10mm (2.3mm/10mm)

FIG. 4-5 WATER HAMMER PRESSURE CURVE
(1/TAKE PUMP)

NO. 80104
HR=100.000 H
QR=129.000 M³/H



SCALE H 10.2m/10mm (8.3mm/10mm SM-4)
L 434.6m/10mm (2.3mm/10mm)

2) 加圧ポンプ

ポンプが3台並列運転中(93 m^3/min)に、停電により同時に急停止した場合について計算を行った。

加圧ポンプの配管系においても、ウォーターハンマー防止装置なしの場合は、ポンプが停電により急停止すると、図4-6に示すように管内の負圧が大きくなり、水柱分離発生の危険性がある。

したがって、この配管系に対しても、ワンウェイサージタンクを3ヶ所設けることにより、水柱分離を防止するよう計画した。

この装置を設置することにより、図4-7のとおり、水柱分離の防止と同時に、圧力上昇も相当緩和することができるであろう。

ウォーターハンマーによる最高圧力は、計算上約7 Kg/cm (ポンプ揚程とほぼ同じ)であり、異常圧力上昇はほとんどなくなるが、実際の配管設計にあたっては、多少の余裕を見込んで、ウォーターハンマーに対する耐圧は、9 Kg/cm とした方がよいであろう。

また取水ポンプ、加圧ポンプ共、吐出口の逆止弁は、安全のため緩閉式とするのが望ましい。ワンウェイサージタンクの仕様は、付属資料の計算書の中に示してある。

4-3-3 送水管

ポンプ揚程を100 m 以下におさえたため、ナスルシティへの送水は2段揚水となる。

北東カイロポンプ場から、揚程100 m のポンプで揚水できる位置は、配管その他の抵抗損失を考慮して標高90 m の地点となる。

ここで計画している原水ポンプと、既設原水ポンプの本管は、室外で合流し1350 ϕ の揚水管で、標高90 m のヘリオポリス調整池へ送水する。

この延長は、1:2500の図面上で計測した管路8900 m に、地形上の起伏や小さな迂回等の延長の伸びを約10%考慮して、総延長を9800 m とした。

配管を伏設する地点は、ポンプ室より調整池までの広い道路を利用し、短かい距離で送水できる径路を選定した。

送水管の途中で枝管に接続できるよう、適当な位置に分水点を設ける。ポンプに比較的近い分水点では、圧力が高すぎるので、300 ϕ の制水弁とストレーナーおよび減圧弁を取付けておく。

配管の常用内圧は、ポンプの揚程より10 Kg/cm である。またポンプが異常急停止し

た場合のウォーターハンマーについても、4-3-2および付属資料R-2に示したような、圧力の異常降下、異常上昇を極力除去する装置を取付けることにより、管内の内圧上昇は軽減されるであろう。

したがって、配管は異常時の最高内圧を 13 Kg/cm として計画する。

これに使用される管は大口徑であり、内圧も高いので管厚 16.5 mm 以上のダクタイル鋳鉄管を使用する。一般鋼管と比較して価格的には大差ないが、耐腐蝕性が非常に良好のため、この管によって計画した。

管口径 $1350 \phi \text{ mm}$ 、管内流速 1.5 m/sec と比較的小さい流速を選んだのは、配管の抵抗損失をできるだけ軽減（ $1200 \phi \text{ mm}$ の直管損失は約倍となる）するとともに、ウォーターハンマーに対しても安全側の設計となること、また管内の摩耗をできるだけ防ぎ、長期間使用できることを考慮した。

ヘリオポリス調整池から $36 \text{ m}^3/\text{min}$ は、自然流下方式で流し、 $93 \text{ m}^3/\text{min}$ は、ここから更にナスルシティ調整池まで加圧揚水する。

この配管延長は、図面上から 4630 m と計測されるが、前記同様約 10% の伸びを考慮して 5100 m として計画する。

また配管経路は、付属資料の図面集C-4に示すよう計画した。この管の内圧はポンプの揚程計算より 6.7 Kg/cm である。

この設備にも、ウォーターハンマーによる異常圧力変動を軽減する装置を取付けて、最高圧力は 9 Kg/cm 以下におさえるように計画する。

また管口径についても、前記と同様に考えて $1200 \phi \text{ mm}$ とした。管厚、材質も同様に 15 mm 以上のダクタイル鋳鉄管とする。

両者とも管敷設の施工を簡略化し、工事の迅速化と気密性を高めるため、接手が約1時間程度で施工できるメカニカルジョイント方式とした。また1本の長さは、輸送の簡便化を計るため $4 \sim 6 \text{ m}$ 程度が適当であろう。

この計画の配管経路は、既設原水ポンプと合流して、北東カイロポンプ場からヘリオポリス調整タンクへ送水しているので、既設原水ポンプの非常用として給水することも可能である。

4-3-4 調整タンク

既に述べたとおり、調整タンクを設けることにより、ポンプの運転を円滑にし、かつポンプの能力、送水管の容量を減少させることができる。また、夜間の火災等の緊急時に、何時でも取水ができる等の効果がある。タンクの大きさは、1日使用水量の25%を確保する容量とする。各タンクの諸元は次の通りである。

(1) ナスルシティの調整タンク

調整容量は、 $89,000\text{ m}^3 \times 0.25 = 22,000\text{ m}^3$

水深5m、余裕高0.3m、死水0.2mを考慮し全高5.5mのタンクを計画する。タンクはナスルシティの公園予定地内の標高140mの位置に設置する。高水位は143m、低水位は138mとする。

(2) ヘリオポリスの調整タンク

調整容量は、 $35,000\text{ m}^3 \times 0.25 = 9,000\text{ m}^3$ であり、

またこの調整タンクより、ブースターポンプによつて、ナスルシティに送水されるのでその1時間流量をタンク容量に付加する。すなわちその量は、

$$93\text{ m}^3/\text{min} \times 60\text{ min} = 6,000\text{ m}^3 \text{ である。}$$

従つて15,000m³の容量タンクを標高90mの位置に設置する。このタンクの高水位は標高93mとし有効水深5m死水0.2m余裕高0.3mとし全高5.5mのタンクとする。

(3) ヘルワソンの調整タンク

調整容量は、 $16,000\text{ m}^3 \times 0.25 = 4,000\text{ m}^3$ であるから、

前述の2つと同様、有効水深5m、死水0.2m、余裕高0.3mとし、全高5.5mのタンクを標高65mの位置に設置する。

それぞれのタンクには水位感知装置を取付け、設計水位迄水位が上昇した場合、リレーが働き、送水管に沿つて埋設してあるケーブルによつてポンプに指示し、ポンプが自動的に停止するよう計画する。また、タンク内の水位を、常に観測、記録する装置を取り付け、ポンプ場と配水管理事務所で水位のチェックを行えるよう計画する。

上記の施設を設けることによって、余水吐は特に取り付けない。しかし、底部に土砂、吐出用のバルブを取り付け、沈澱した土砂を、自動的に除去できるようにする。またこの土砂は、水と共に、東部の砂漠に放棄できるよう考慮する。

第5章 事業計画

5-1 事業の概要

水道庁が、当面の問題としている水不足の解消のために、いろいろな計画や対策を講じているが、その中でも、最も目前に控えている効果的な事業は、北東カイロ浄水場の完成であろう。

この浄水場は、既に述べたように、原水供給のためのポンプ場を含み、1976年中に完成される予定であるが、パイプラインの敷設は未だ着手されていない。そのため、パイプラインの敷設工事を、早急に完了させることが、この新設浄水場を、水不足解消に対して、より効果的に機能させることになると思われる。これによって、上水200,000 m^3 /日、原水140,000 m^3 /日が新たに生産される。原水の生産は、同時に、現在使用されている35,000 m^3 /日の上水の節約をもたらし、上水の実質的な増加は235,000 m^3 /日となるであろう。

緊急事業の内容については、3-5、4-2、4-3、において詳しく述べられているが、同時に、これらの事業の工事を、従来的人力施工から機械化施工へ移し、工事のスピードアップを図る、パイオニアプロジェクトとしてこの事業を位置づける。

事業の対象となる工事は下記の通りである。

- (1)北東カイロ浄水場～ヘリオポリスへの浄水の送水本管の敷設
- (2)北東カイロ浄水場～ヘリオポリスおよびナスルンティーへの原水送水管本管の敷設
- (3)北東カイロ浄水場～ナスルンティーへの原水供給ポンプ施設の建設
- (4)テビン浄水場～ヘルワンへの原水送水本管の敷設

これ等の事業の主体工事は、大口径のパイプラインの敷設と調整タンクの、機械化施工による建設である。

このためには、パイプラインの敷設に適応した施工機械が選定され、この機械に関する運転、運用管理等についても将来の機械施工の指針となる様な方式が策定されるべきであろう。

このために、事業の具体的な実施方法として、次の2つを提案する。

- (1)カイロ水道庁が新しい建設機械を購入し、水道庁が直営で施工するか、または、地元建設業

者にそれを貸与し、施工を委託する。

(2)建設機械を持った外国の建設業者が、地元の大手建設業者と合同でこの事業に入札し、業者を決定し、外国業者が持ち込む建設機械によって工事を進める。またこの間に水道庁は新品の建設機械を購入し、順次、この機械に切り替へて行く。

上記(1)の方法については、建設機械の購入計画の作成、仕様書の作成、入札等を経て、納品までに約1ヶ年を要する。このためにこの時間的損失を除いたのが(2)の方法である。何れの工法によっても、都市用水事業の中で、最も工事の遅れ易い、パイプライン敷設工事を機械化する事によって、工事のスピードアップが実現される。

5-2 概算事業量

この事業は、カイロ大都市圏の中の、ヘリオポリス、ナルスシティ、ヘルワン、の3地区において実施される。

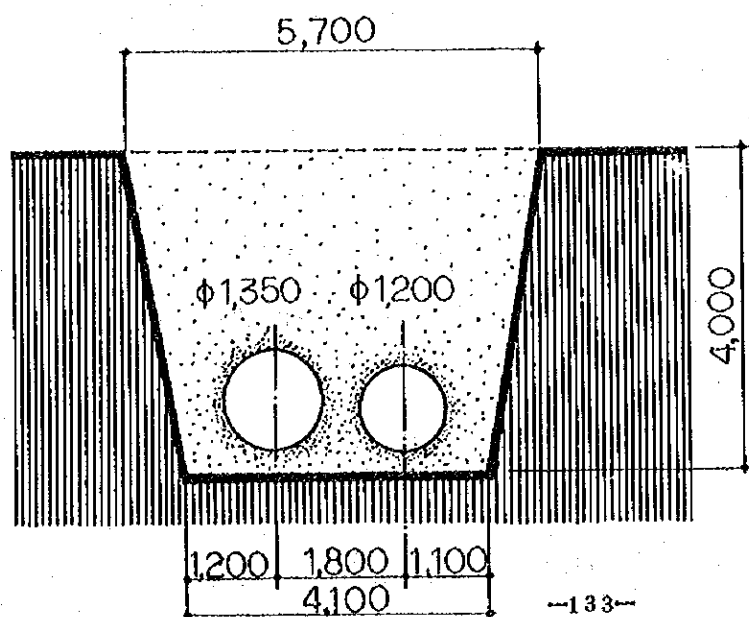
5-2-1 ヘリオポリス・ナルスシティ送水施設

この事業においては、北東カイロ浄水場よりヘリオポリス地区に送水するパイプラインと調整タンクが建設される。この浄水場より供給される水は、飲用水と原水との2系統で計画されている。従って、パイプライン及び調整タンクを2系統建設する必要がある。しかしパイプの敷設については、2系統を併設して、同時に敷設することが、経済的にも有利である。

現在、この浄水場に据付けられているポンプの揚程は、飲用水、原水共に100mである。そこで、ヘリオポリス南東部の、標高90mの地点に、調整タンクを建設する。この浄水場より調整タンクまでの距離は、曲管部、敷設の伸び長等を考慮して、9.8kmとなる。

またこの送水管の途中、浄水場より約7kmの地点に分岐管を設け、これより既設の上水のパイプ網、及び原水供給の施設にジョイントをする。これに敷設されるパイプの口径は、上水1,200mm、原水1,350mmが必要とされる。従って埋設に必要な掘削断面は下図の通りとなる。

図5-1 標準掘削断面図 1/100



掘削断面積

$$A = \frac{4.1\text{ m} + 5.7\text{ m}}{2} \times 4\text{ m} \\ = 19.6\text{ m}^2$$

埋戻し断面積

$$19.6\text{ m}^2 - 1.2^2 \frac{\pi}{4} - 1.35^2 \frac{\pi}{4} \\ = 17.0\text{ m}^2$$

従って、施工量は下記の通りとなる。

掘削量	$19.6m' \times 9,800m \times 1.2 \div$	$230,000m'$
埋戻量	$17.0m' \times 9,800m \times 1.2 \div$	$200,000m'$
捨土量		$30,000m'$
パイプ敷設	径 $1,200mm$	延長 $9,800m$
"	径 $1,350mm$	延長 $9,800m$
分岐管		1 式
減圧装置		1 式
調整タンク	容量 $15,000m'$	1 基
	$20,000m'$	1 基

5-2-2 ナスルシティー送水施設

ヘリオポリス地区に供給される原水のための施設の計画に合わせて、北東カイロ浄水場より、ナスルシティーの、原水供給の行われていない地域のための、原水供給施設を建設する。

事業内容は、第4章で検討された計画に基き、中継揚水機場、供給パイプライン、および調整タンクを建設することである。ヘリオポリス調整タンクにパイプによって送られる原水を、中継ポンプによって、ナスルシティーの高地部に設ける調整タンクへ送水する。

工事範囲は、送水ポンプより、減圧弁を取り付けて分岐する、最大口径 $300mm$ の分岐管まで、とする。分岐点より受益地までの配水は、パイプの径が細くなるために、現地産のパイプが使用され、また人力施工の方が経済的となるために、この事業量からは除いた。

ヘリオポリス地区の掘削断面を基準として施工量を求めると下記の通りとなる。

揚水機場	4 台	1 式
ブースター機場	4 台	1 式
掘削量	$12.0m' \times 5,100m \times 1.2 \div$	$73,000m'$
埋戻量	$11.0m' \times 5,100m \times 1.2 \div$	$67,000m'$
捨土量		$6,000m'$
パイプ敷設	径 $1,200mm$	延長 $5,100m$
分岐管		1 式
減圧装置		1 式
調整タンク	容量 $22,000m'$	1 基

5-2-3 ヘルワン送水施設

エル・テピン浄水場には、既に、原水供給用のポンプの据付が終っている。従つてこのための送水用のパイプラインおよび、調整タンクを建設する。このポンプの揚程は70 mであるから、ヘルワン地区の丘陵部、標高70 mの地点に調整タンクが建設される。

この地区の施工量は、前者2地区と同様に

掘削量	$7.0\text{ m} \times 4,800\text{ m} \times 1.2 \div 40,000\text{ m}^3$	
埋戻量	$6.5\text{ m} \times 4,800\text{ m} \times 1.2 \div 37,000\text{ m}^3$	
捨土量	3,000 m ³	
パイプ敷設	径 500mm	延長 4,800 m
分岐管		1 式
減圧装置		1 式
調整タンク	容量 4,000 m ³	1 基

5-3 実施計画

5-3-1 施工計画

(1) 概要

市内において、各所でパイプラインの敷設が実施されているが、ほとんどが人力施工である。しかし、都市用水確保は緊急を要する課題であり、また、今年より労務費も政府設定の労働基準単価によると、約3倍に値上りしている。このため、このような緊急事業については、施工を機械化して工事の経済性を高め、同時に効果発生の時期を早めるという点に十分考慮が払われなければならない。

また、工事の簡易化を図るために、北東カイロ浄水場よりの、上水道の配管は、原水供給の配管と同時に埋設する。

この事業はカイロ大都市圏の発展の速度、ナスルンティーの都市計画、上水不足等を考慮すれば、別紙工程表に示す通り、全工事を2ケ年で完了すべきであろう。こうして、北東カイロ浄水場およびテビン浄水場の、現在運転されていない原水供給用のポンプを1日も早く稼働させ、それにともなう上水の節約、緑化の推進等の効果が上る様にすべきである。

建設の簡易化を計るために、ポンプ場内の配管は出来るだけ単一化し、電気施設もキュービクルとする。また、配管は全てボルト締方式を用いる様に計画した。また、本数を減らすために、大孔径のパイプを使用し、埋設はバックホーショベルとクレーンによる埋設方式で計画した。

建設機械の台数の算定には、事業対象地区全体の事業量で計算する。この事業量の約67%がヘリオポリス、ナスルンティーの主送水管工事で、残り21%がナスルンティー、12%がヘルワン送水施設工事である。

(2) 建設機械の必要数量

1) パイプラインの敷設のための堀削工事は、バックホーショベルおよび捨土用ダンプトラックの組合せで計画する。

堀削量 (3地区) 343,000m³

捨土量 (3地区) 39,000m³

建設機械は、バケット容量0.6m³のショベル、11トンのダンプトラックを使用し、

Tab. 5-1 Schedule of Construction

Item	1976				1977				1978					
	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	J.	F.	M.	A.	M.	J.
Selection of Consultant														
Consulting Service														
Preparation of Tender														
Tender of Materials														
Supply of Pipe														
Supply of Pump														
Supply of Machinery														
Construction Works														
HELIOPOLIS & NASR CITY														
Pumping Station														
Booster Pumping Station														
Tank in Heliopolis														
Tank in Nasr City														
Pipeline Works														
Disposing Works														
HELMAN														
Tank														
Pipeline Works														
Effect in Heliopolis & Nasr City														
Effect in Helwan														

作業時間は2交替制で、16時間作業とする。またこの工事の工期は1年とする。

イ) ショベル1台の1日の能力

$$0.6 \text{ m}^3/\text{台} \times 0.8 \times 60 \text{ 回/hr} \times (16 \text{ hr/日} \times 0.7) = 323 \text{ m}^3/\text{台} \cdot \text{日}$$

したがって

$$343,000 \text{ m}^3 \div (365 \text{ 日} \times 0.8) \div 323 \text{ m}^3/\text{台} \cdot \text{日} = 3.6 \text{ 台}$$

予備を見込んで

5 台

ロ) ダンプトラック1台の能力(捨土距離を7kmと仮定する)

$$11 \text{ トン/台} \div 2.5 \text{ トン/m}^3 \times 0.8 \times (30 \text{ km/h} \div 14 \text{ km} \times 0.8)$$

$$\times (16 \text{ hr/日} \times 0.7) = 67 \text{ m}^3/\text{台} \cdot \text{日}$$

したがって

$$390,000 \text{ m}^3 \div (365 \text{ 日} \times 0.8) \div 67 \text{ m}^3/\text{台} \cdot \text{日} = 2.0 \text{ 台}$$

予備を見込んで

3 台

2) パイプの敷設作業は、トラッククレーンとトレーラーの組合せとなる。1本のパイプの長さは6mとし、断手はメカニカル式とする。

イ) トラッククレーン

敷設延長	径 1,200mm	延長 9,800m
------	-----------	-----------

"	1,350mm	9,800m
---	---------	--------

"	1,200mm	5,100m
---	---------	--------

"	500mm	4,800m
---	-------	--------

敷設延日数	$9,800 \text{ m} \div 6 \text{ m/本} \times 90 \text{ 分/本} \div 60 \text{ 分/hr}$
-------	---

$$\div (16 \text{ hr/日} \times 0.7) = 219 \text{ 日}$$

	$14,900 \text{ m} \div 6 \text{ m/本} \times 80 \text{ 分/本} \div 60 \text{ 分/hr}$
--	--

$$\div (16 \text{ hr/日} \times 0.7) = 296 \text{ 日}$$

	$4,800 \text{ m} \div 6 \text{ m/本} \times 40 \text{ 分/本} \div 60 \text{ 分/hr}$
--	---

$$\div (16 \text{ hr/日} \times 0.7) = 48 \text{ 日}$$

計

563日

分岐管、減圧装置等の設置日数を考慮して1年間で敷設を完了するとすれば、1台で行えば563日要するので、

$$563 \text{ 台} \cdot \text{日} \times 1.2 + (365 \text{ 日} \times 0.8) = 2.3 \text{ 台}$$

予備を見込んで 3 台

ロ) トレーラー

パイプの集積地より、敷設地点までの距離を平均 15 km として 1 回当りの所要時間を求めると、2.5 時間と考えられるので、

$$\text{延台回数} \quad 9,800 \text{ m} \div 6 \text{ m/本} \div 3 \text{ 本/台} \cdot \text{回} = 544 \text{ 台} \cdot \text{回}$$

$$14,900 \text{ m} \div 6 \text{ m/本} \div 5 \text{ 本/台} \cdot \text{回} = 827 \text{ 台} \cdot \text{回}$$

$$4,800 \text{ m} \div 6 \text{ m/本} \div 9 \text{ 本/台} \cdot \text{回} = 89 \text{ 台} \cdot \text{回}$$

$$\text{計} \quad 1,460 \text{ 台} \cdot \text{回}$$

$$\text{したがって} \quad 1,460 \text{ 台} \cdot \text{回} \div (16 \text{ hr/日} \times 0.8 \div 2.5 \text{ hr/回}) = 292 \text{ 台} \cdot \text{日}$$

$$292 \text{ 台} \cdot \text{日} \div (365 \text{ 日} \times 0.8) = 1.0 \text{ 台}$$

予備を見込んで 2 台

3) 埋戻し作業を、施工期間を 1 年として、総量 304,000 m を、15 トンのタイヤドーザーの運土距離を平均 30 m とすれば 1 時間に 1 台当り、80 m の運土が可能と考えられるから、

$$80 \text{ m/hr} \cdot \text{台} \times (16 \text{ hr/日} \times 0.7) = 896 \text{ m/台} \cdot \text{日}$$

$$304,000 \text{ m} \div (365 \text{ 日} \times 0.8) \div 896 \text{ m/台} \cdot \text{日} = 1.1 \text{ 台}$$

予備を見込んで 2 台

また、この作業には、転圧用自走式のタイヤローラーを付随させる。

5-3-2 事業費

事業費の算定にあたっては、大カヨ水道庁より受領した 1975 年 12 月現在の、ローカル単価、人件費を基礎とした。外資に対応する資機材については、エンババ浄水場の入札単価と、1975 年 11 月現在の日本の単価とを調整した金額を基礎とした。総費用には、年間 8% の物価上昇を見込む。

総費用、および施設別事業費は、次のとおりである。

表5-2 総事業費（単位1,000米ドル）

項 目	内 資	外 資	計
ヘリオポリス・ナスルシティー送水施設 工 事 費	2,667	1,128.3	1,895.0
ナスルシティー送水施設 工 事 費	2,822	681.9	9,641
ヘルワン送水施設 工 事 費	206	586	792
小 計	5,695	1,868.8	2,438.3
建設機械費		1,198	1,198
コンサルタント費		1,000	1,000
小 計	5,695	2,088.6	2,658.1
予 備 費（物量10%）	570	2,089	2,659
小 計	6,265	2,297.5	2,924.0
予 備 費（物 価）	20% 1,253	12% 2,757	4,010
合 計	7,518	2,573.2	3,825.0

外資は2,573,200 \$で全体の77%であり、大口径のパイプ、全てのパイプ継手、バルブ、ポンプ、電気部品、その他材料・建設機械、コンサルタント費を含む。内資は、労務費、燃料、国内産建設材料および水道庁の諸経費である。

建設機械は一般的に5年～9年使用出来るので、この事業の後、都市用水の他の事業に使用する事となるであろう。

5-3-3 実施のためのコンサルタント業務

都市計画に基づいて、市街地を拡大するために、都市用水の送水施設を建設する場合、現状以上の員数の技術者がこの作業のために必要となるが、送水施設の場合、浄水プラント施設と比較してパイプの敷設や原水供給施設の構造や機構が全く単純であるため、工事完成後はその運営や維持管理に、技術的な知識や経験を必要としない。従って、水道庁はその職員を増やすより、コンサルタントをこの仕事のためのために雇って、それに必要な作業をやらせる方が上策であると思われる。

さらに、実施設計と施工管理を行うために、エジプト・アラブ共和国政府は、当プロジェクトに融資する金融機関が指定する、コンサルタントを雇うことが必要になることもありうる。この場合、勿論政府と金融機関の間で十分な協議が行われるべきである。

当プロジェクトに必要なコンサルタントは下記の通りである。

団長（土木主任技術者）	1
実 施 設 計	
施設の為の土木技師	1
配 管 技 師	2
ボ ン プ 技 師	1
機 械 技 師	1
エコノミスト兼管理専門家	1
測 量 技 師	1
施 工 管 理	
土 木 技 師	2
機 械 技 師	1
設 計 技 師	2

概算して、約140人・月のコンサルティングサービスが必要でありこれに要する費用は1,000,000米ドルである。

5-4 事業評価

この事業の評価については、2つの要素によって検討する必要がある。すなわちそれは、水料金や、浄水より原水への代替によって生ずる生産費の節減等、金額で計量出来る事項についての評価と、都市用水の増加によって、間接的にもたらされる社会環境の改善等の、金額で計量出来ない事項についての評価である。

これまでは、この後者の事項についての評価は、それを数量化する方法がなかったため、事業評価は、ややもすると、経済的側面だけで行われていたが、これについては、社会指標を用いて評価することが可能である。したがって、この計画の事業評価は、両者の評価の総合的な検討によって行われるべきである。

5-4-1 経済費用

経済評価に用いられる経済費用は、建設費と維持管理費（機械の更新費用も含める）から成っている。しかしこの費用に関連して、土地取得の費用、関税、税金等は横転費用と見られるので、除かれなければならない。また、労務費、工事管理諸経費等は潜在価格が採用されるべきである。即ち未熟練労働者の費用や、現行職員の人件費や諸雑費の費用は、真の投資費用に反映しないということになるのであろう。従って経済費用は、事業費より横転費用、機会費用を除いた費用とされるべきであらう。

また、この事業に投資される建設機械の費用は、全額を計上しているが、機械の耐用年数は5年～9年と考へられるので、この事業に於いては、購入額の30%が経済費用であると推定する。

以上の観点より、総事業費より物価上昇分を除いて、経済費用は次のように見積られる。

（単位1,000米ドル）

パイプおよびポンプ類（外資）		20,557
土工費（内資）	$6,265 \times 50\%$	3,133
建設機械（外資）	$1,318 \times 30\%$	395
コンサルタント費（外資）		1,100
計		25,185

5-4-2 生産効果

この事業によって生ずる水の増加生産量は、北東カイロ浄水場で、浄水 200,000 m^3 /日、
 原水 124,000 m^3 /日、テビンポンプ場で原水 16,000 m^3 /日である。またヘリオポリス地区へ、
 原水が 35,000 m^3 /日 供給されるため、現在使用されている同量の浄水が節約となるので、実
 質的な増加量は、浄水 235,000 m^3 /日、原水 140,000 m^3 /日となる。

したがって、この事業が完了すれば、浄水は 2,180,000 m^3 /日、原水は 274,000 m^3 /日
 の生産量となる。

原水供給により節約される浄水の費用は、現行水料金より計算すると、 $(2.5 \text{ PT}/m - 0.5 \text{ PT}/m) \times 35,000 \text{ } m^3/\text{日} = 700 \text{ LE}/\text{日} \div 1.818 \text{ US\$}/\text{日}$ 、すなわち、1日につき、1.818 ド
 ル生産費の節約が行われたこととなる。

この事業による水道料金の増加は現行料金を用いて計算しても

$$200,000 \text{ } m^3/\text{日} \times 1.2 \text{ PT} = 2,400 \text{ LE} \div 6,234 \text{ US\$}/\text{日}$$

$$140,000 \text{ } m^3/\text{日} \times 0.5 \text{ PT} = 700 \text{ LE} \div 1,818 \text{ US\$}/\text{日}$$

1日当り 8,052 US\$ の収入増となり、上記節約効果を含めると 9,870 US\$ となる。ま
 た、現在の水生産費より計算すると、

$$200,000 \text{ } m^3/\text{日} \times 2.5 \text{ PT} = 5,000 \text{ LE}/\text{日} \div 1,298.7 \text{ US\$}/\text{日}$$

即ち、水生産費の国の負担がないとして、全額徴収するならば、原水料金と節約増を加えて1
 日につき 16,623 US\$ の収入増となる。

5-4-3 経済評価

この事業の経済便益は、水道料金の増収と、原水増加がもたらす浄水の節約による効果に
 よって生ずる。

水道料金の増収は、冬期の水の使用が夏期に比して減少することや、配水損失等を考慮し
 て、増加水量の 70% が、これにつながると推測した。この結果、経済便益は、1日当り平均
 7,454 米ドルとなり、年間では 2,721,000 米ドルとなる。すなわち

$$8,052 \text{ US\$}/\text{日} \times 70\% + 1,818 \text{ US\$}/\text{日} = 7,454 \text{ US\$}/\text{日}$$

$$7,454 \text{ US\$}/\text{日} \times 365 \text{ 日}/\text{年} = 2,721,000 \text{ US\$}/\text{年}$$

この事業は、北東カイロ浄水場や、テビン浄水場の、既に着手されている工事に基いて計
 画されている。従って既に投資されている事業の償却を念頭に置いて、妥当性を検討しなけれ
 ばならない。

既に投資されている金額を経済費用に換算すると、水道庁の資料により、200,000 m^3 /日に対する費用を、12,800,000米ドルと推測された。これに対する償却費は、全利5%、30年償却として均等償還すれば、1日につき、

$$12,800,000 \text{ US\$} \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \div 365 \text{ 日} = 2,279 \text{ US\$}$$

ただし、 $i = 0.05$ $n = 30$ 年

従って1日当りの償却費は2,279米ドルとなり、年間832,000米ドルとなる。

維持管理費には、ポンプ運転のための電力料、人件費、ポンプの小修理および大修理等の費用があげられる。しかし維持管理は、現有施設の中に含まれて費用が支出するために、この事業のみで維持管理を計算する事は出来ない。

そのため、この事業に対する維持管理費を、諸条件を勘案して1日1,000米ドルと推測する。

従って1日当りの所要経費は3,279米ドル、年間1,197,000米ドルとなる。

この仮定に基づいて、内部収益率 (IRR) を分析期間50年として計算すると、表5-3に示す通り5.51%となる。

現在の水生産費を便益として求めると、同様な考え方で、

$$(12,987 \text{ US\$} \times 0.7 + 1,818) \times 365 \text{ 日} \div 3,982,000 \text{ US\$}$$

に対し、IRRは表5-4に示す通り10.78%となる。

この事業を、国際金融機関または外国の経済協力によって実施する場合、外資相当額は、前記総事業費の外資分より建設機械の償却残1,033,000US\$を除くと、24,699,000US\$となる。年金利3.5%とし、事業効果が4年目より発生するが、1年間の余裕を考えて、4年据置、25年返済とすれば、年の返済金は、

$$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = 0.068 \quad i = 0.035 \quad n = 21$$

24,699,000 $\times$ 0.068 $\div$ 1,680,000 US\$となる。

表5-3より、既設工事償却分、維持管理費を除いた純便益は年間1,524,000US\$である為に上記条件で返済は不可能である。しかし、現在の水生産費より検討すれば年間便益は、2,785,000US\$であるために返済は可能である。

Table 5-3. I.R.R. with Water Charge

(1,000 US\$)						
	Construction cost	Benefit	O & M Owing Cost	Net Benefit	Discount Rate	
					5.5%	6%
1st	3,778			Δ 3,778	Δ 3,581	Δ 3,564
2nd	15,111	(15%) 408		Δ14,703	Δ13,210	Δ13,086
3rd	6,296	(60%) 1,632	1,052	Δ 5,716	Δ 4,867	Δ 4,799
4th	0	2,721	1,197	1,524	1,230	1,207
5th	0	2,721	1,197	1,524		
6th	0	2,721	1,197	1,524	20,462	18,741
.						
.						
50th	0					
Total	25,185				34	Δ1,501

$$\text{IRR} = 5.5 + \frac{34}{34 + 1,501} \times 0.5$$

$$= 5.51$$

Table 5-4. I.R.R. with Production Cost

(1,000 US\$)						
	Construction cost	Benefit	O & M Owing Cost	Net Benefit	Discount Rate	
					10%	11%
1st	3,778			Δ 3,778	Δ 3,435	Δ 3,404
2nd	15,111	597		Δ14,514	Δ11,995	Δ11,780
3rd	6,296	2,389	1,052	Δ 4,954	Δ 3,726	Δ 3,626
4th	0	3,982	1,197	2,785	1,902	1,835
5th	0	3,982	1,197	2,785		
.					18,784	16,541
.						
50th	0					
Total	25,185				1,530	Δ 434

$$\text{IRR} = 10 + \frac{1,530}{1,530 + 434} = 10.78$$

又年金利を3.5%とし、3年据置で効果の発生と同時に返済を開始し、28年の返済期間とするならば、

$$24,699,000 \times 0.061 = 1,507,000 \text{ US\$} \text{ となり、返済可能である。}$$

返済は可能である。

5-4-4 社会的評価

社会指標は、社会を人々の生活の場、生活システムとして多面的、総合的に捉へ、人々の生活の状態を社会的価値の面から評価するものである。

本計画においてはこの都市用水増量プロジェクトが、どのように生活システムへのインプットの変化を引き起こし、それが社会システムに内在する種々のフィードバック機構を通じてどのように波及し、生活システムのアウトプットにどのような変化をもたらすかを予測した。

この社会指標は、十分な都市用水および廉価な用水を供給する事によって、様々な因果連鎖、フィードバックを通じて生活システムの変化したアウトプットを得る事を目的とするために、事業計画対象地域のうちで、最もこの変化が大きく生じるであろう、ナスルンティ地区を対象として指標した。

指標を比較するケースを3つ下記の様に立案した。

ケース1. 原水、浄水を十分に供給した場合

ケース2. 浄水のみを十分に供給した場合

ケース3. 浄水をかんがいに使用するため生計費がかさむので、生計費が圧迫されない程度の水を使用した場合

この3つのケースによって、各ケースを比較すると下表のとおりとなった。

	ケース1/ケース2	ケース1/ケース3	ケース2/ケース3
需 要 充 足 度	1.36	1.20	0.89
緑 被 率	1.33	1.62	1.22
一人当り緑地面積	1.41	1.72	1.22
一人当り公園緑地面積	1.59	1.68	1.06
CO 濃 度 低 減 度	1.47	2.04	1.39

	ケース1/ケース2	ケース1/ケース3	ケース2/ケース3
降下ばいじん量低減度	1.28	1.49	1.16
気温低下の及ぶ面積0.2℃	1.07	1.07	1.00
同 上 0.5℃	1.04	1.04	1.00
同 上 1.0℃	1.03	1.03	1.00

上記の表より、都市用水の総合的な充実による効果は、明らかである。また一面、浄水を都市用水の全てであるとして目標達成をすることも可能である。（例へばケース2）従って、この点についていずれがより有効であるかを検討する必要がある。

浄水撤水ケースの社会的費用を算定すると、28,643,000\$となり、原水の供給を行う本プロジェクトの総費用は、19,779,000\$である。従って、本プロジェクトは、社会的費用論の立場からみて、十分に選択される妥当性をもつことがわかる。

この社会指標の考え方、算定方式等については、付属資料C-3に示されている。

付 属 資 料 G 全 般

G - 1 調査団団員名簿

G - 2 エジプト・アラブ共和国カウンターパート名簿

G - 3 調査団行動記録

G - 4 資料リスト

G - 5 SCOPE OF WORK 写

付属資料G-1 調査団々員名簿

プロジェクト・プリンシパル	総合調整	前田 憲作	SOI	副社長
団 長	水道計画	北村 新蔵	NSC	常務
副 団 長	原水供給計画	玉置 和範	SOI	企画室
	原水供給計画	高橋 宏徳	SOI	システム センター
	設備機械	中前 匡勝	SCI	企画室
	社会経済	斎藤 参郎	SOI	企画室
	施工計画	守谷 卓	SCI	海外部
	都市圏整備計画	奥井 正雄	SCI	海外部
	水質調査	小島 貞男	NSC	取締役
	設備計画	佐久間 一貫	NSC	設備部
	送配水計画	山崎 英気	NSC	水道部
	浄水計画	岩崎 晴一	NSC	水道部

注 SCI：株式会社 三祐コンサルタンツ（名古屋）

NSC：〃 日本水道コンサルタンツ（東京）

付属資料G-2 エジプト・アラブ共和国、カウンターパート名簿

エズ・エル・ディン・ファラグ氏	水道庁長官
ファエル・ライド氏	〃 副長官
アブド・エル・ラフマン氏	用水供給システム担当復興省次官
ファトゥ・エル・サファル氏	経済部局長
アタラ・サフワット氏	用水機場部局長
アブドル・ラティフ・アブ・エル・アタ氏	事業部局長
モハメッド・ワフモール氏	配水部局長
モハメッド・オスマン氏	経済部々長
カマル・エル・サンショリー氏	用水機場部々長
アハマド・エル・ハマウイー氏	配水部々長
エルエス・アジズ氏	法務部々長
カハレド・モスターファー氏	事業部・主任技師
ワディド・ヘルミー氏	衛生技師
サルワー・アブド・エル・マニエム氏	配水部技師
モハマッド・ザーター氏	〃
アハマッド・ホーゼン氏	事業部・技師
カマル・シュハイーブ氏	計画庁副長官

S 50. 11. 21 ~ 12. 2

年月日	曜日	行 動 記 録
S 50. 11. 21	金	北村団長、玉置副団長以下、小嶋、佐久間、奥井、岩崎、山崎、高橋、守谷 9 団員 JAL471 にて東京発。
11. 22	土	上記 9 団員 JAL471 にてカイロ着、大使館表敬。
11. 23	日	9 団員、カイロ大都市圏用水施設視察。
11. 24	月	9 団員水道庁表敬、北村団長より調査概略の説明。 水道庁、ファラグ長官、カイロ都市用水の現況説明。
11. 25	火	9 団員、水道庁訪問、各専門分野別に詳細打合せ。
11. 26	水	北村団長、小嶋、佐久間、山崎、岩崎団員、水道庁にてカウンターパートと資料収集について打合せ及び要請後上水道施設視察。玉置副団長、高橋、守谷団員原水供給について、奥井団員都市計画について水道庁にて資料収集の打ち合わせ。
11. 27	木	9 団員、水道、原水、都市計画の 3 部門に別れ、それぞれ資料収集及び関連施設等視察、調査。
11. 28	金	宿舎にて合同会議、調査全般打ち合わせ。 資料整理。
11. 29	土	9 団員 3 部門にて資料収集、関連施設視察、調査。
12. 1	月	
12. 2	火	合同会議、調査全般ならびに方向について。 資料整理。

S 50. 12. 8 ~ 12. 15

年月日	曜日	行 動 記 録
S 50. 12. 3	水	水道部門、資料収集、関連施設視察、原水部門及び都市計画部門、資料収集、整理
12. 4	木	合同会議、情報交換及び整理
12. 5	金	休日、合同会議、業務進捗の為、各部門の作業調整
12. 6	土	原水部門、水道庁にて情報収集、都市計画、資料収集、上水、ギザ、浄水場視察
12. 7	日	上水カフル・エル・エルウ浄水場視察、その他の団員資料整理
12. 8	月	上水部門、供桧、ショブラ浄水場視察、原水都市計画部門、水道庁にて残り資料について事情聴取
12. 9	火	上水部門、資料整理、原水、都市計画関係者ナスルシテ ー 調査
12. 10	水	資料整理、統計局資料収集
12. 11	木	全員資料整理
12. 12	金	休日、資料整理、北村団長、小嶋、岩崎団員、水質調査の為アスワンへ出発
12. 13	土	玉置副団長、高橋団員、下流地域水利用現況調査へ出発、5 団員以外資料収集及び整理
12. 14	日	同上、玉置副団長、高橋団員カイロへ帰る。
12. 15	月	玉置副団長、高橋団員下流地域の水利用調査、5 団員以外資料収集及び整理

S 50. 12. 16 ~ 51. 1. 1

年月日	曜日	行 動 記 録
S50. 12. 16	火	北村団長、小嶋、岩崎団員アスワンよりカイロへ帰る。 レポート作成方針打合わせ合同会議
12. 17	水	全団員、資料整理。アルジェ関係レポート作成
12. 18	木	大使館で作業進捗、内容及び今後の方針等説明、中前、斎藤団員東京発 JAL471
12. 19	金	休日、中前、斎藤団員カイロ着JAL471、大使館表敬 原水、都市計画部門打合わせ、上水関係、アルジェレポート作成
12. 20	土	水道庁にてアルジェ対策説明会、中前、斎藤団員水道庁表敬、現地視察 小嶋団員帰国
12. 21	日	原水部門、2 班に別れ現地説明 上水部門 短期、長期の基本計画の検討
12. 23	火	
12. 24	水	全員で原水供給の計画方針決定
12. 25	木	原水部門 原水供給計画の作成 上水 “ 短期、長期の基本計画の検討
12. 27	土	社会工学、都市計画、情報収集
12. 28	日	原水部門 図面レポートの作成 上水 “ 沈澱池改良説明会、短期、長期計画作成
12. 30	火	社会工学、都市計画、情報収集、整理
12. 31	水	全部門、水道庁と計画に関する打合わせ
S51. 1. 1	木	休日、全団員大使公邸挨拶後休養

S 51.1.2 ~ 1.17

年月日	曜日	行 動 記 録
S51. 1. 2	金	監理委員提出書類の作成
1. 5	月	
1. 6	火	監理委員会及び前田プロジェクト・プリンシパル、カイロ着JAL471。 大使館打合わせ
1. 7	水	監理委員会へ作業内容の説明、打合わせ
1. 8	木	水道庁、監理委員会打合わせ、ドラフト・レポート作成
1. 9	金	ドラフト・レポート作成
1. 10	土	〃 監理委員会打合わせ。
1. 11	日	ドラフト・レポート作成
1. 12	月	ドラフト・レポート作成 上水関係レポート水道庁提出
1. 13	火	〃 原水関係レポート水道庁提出
1. 14	水	ドラフト・レポート部門別内容説明
1. 15	木	ドラフト・レポート 水道庁最終説明 カイロ市々長挨拶 パーティー
1. 16	金	休日、資料整理
1. 17	土	監理委員及び中前、斎藤団員カイロ発 JAL , 復興省報告

S 51. 1. 18 ~ 1. 21

年月日	曜日	行 動 記 録
S 51. 1. 18	日	監理委員及び中前、斎藤団員帰国 前田プロジェクト・プリンシパル及び玉置副団長、奥井、高橋、守谷団員、それぞれPAとTWでカイロ発
1. 19	月	前田プロジェクト・プリンシパル及び玉置副団長、奥井、高橋、守谷団員帰国
1. 20	火	北村団長、山崎、岩崎団員カイロ発MS
1. 21	水	上記団員帰国

付属資料 G-4 資 料 リ ス ト

APPENDIX G-4. LIST OF DATA

(1) Urban Planning

1. Master Plan of Greater Cairo 1970
(Brief Explanation on it.)
2. Population -- Its Reserch and Study -- 1972
3. Cairo 1974 -- Explosion of Population and its Remedy --
4. Population Increase in Greater Cairo and Importance of
Migration in It 1975
5. Nasr City 1964 - 1971
6. Maps
 - a) Map of the Greater Cairo 1/ 25,000
 - b) Ditto 1/ 50,000
 - c) Map of Administrative District
of Greater Cairo 1/100,000
 - d) Map of Master Plan of Nasr City 1/ 10,000
 - e) Ditto 1/ 5,000
 - f) Map of Master Plan of Helwan 1/ 25,000

(2) Water Supply Planning

1. Year Book of Water Supply (1975)
2. Budget of Water Work in 1974 and 1976
3. General map of Water Supply System 1/ 25,000
4. Map of Area Zoning
5. Report of "Development of Drinking Water Project"
6. General Plan of all Treated Plans 1/500, 1/50
7. Drawing of Distribution Mains 1/ 25,000
8. Water Quality Standard
9. Water Pressure measured by Manometer in Networks
1/ 25,000

(3) Raw Water Supply Planning

1. Statistical Abstract of Arab Republic of Egypt
1951/1952 - 1971/1972
2. A.R.E. Economic Indicator
1961 - 1972
3. Statistical Yearbook
1974
4. Map of net work for raw water 1/25,000
5. Map of net work for raw water 1/15,000
6. Map of net work for raw water 1/ 5,000
 - Giza 6
 - Helwan 1
 - Maddy 2
 - Nasr City 2
7. Year book 1962
8. Meteorological data

付属資料 G - 5 SCOPE OF WORK 写

APPENDIX G-5 COPY OF SCOPE OF WORK

SCOPE OF WORK

ON

THE WATER SUPPLY PROJECT IN THE GREATER CAIRO

IN THE ARAB REPUBLIC OF EGYPT

I. INTRODUCTION

The Government of Japan has, in response to the request of the Government of the Arab Republic of Egypt (hereinafter referred to as the GOVERNMENT), decided to conduct the Study necessary for preparing the Master Plan on the water supply system in the Greater Cairo as part of Government of Japan's Technical Cooperation Programmes.

Based on this decision, the Japan International Cooperation Agency (JICA), an official agency responsible for the implementation of Government of Japan's Technical Cooperation Programmes, will carry out the Study.

The present document sets forth the Scope of Work for the Study.

II. OBJECTIVES OF THE STUDY

The Government of Japan conducted the Preliminary Survey on the water supply system in the Greater Cairo in December, 1974. Based on the results of this Survey, the Study aims at preparing the Master Plan. Consideration will be given to several short-ranged projects expected to have an immediate effect on the existing water shortage in the Greater Cairo, such as an improvement of garden irrigation system, within the framework of the Master Plan.

III. CONTENTS OF THE STUDY

The study is consisting of :

- 1) Basic Study,
 - 2) Decision of Fundamental Condition for Planning and
 - 3) Facilities Planning
- 1) Basic Study
 - a) Data Collection and Analysis

Analysis of the basic data and materials to be provided by the GOVERNMENT, the details of which are as in the Annex Sheet (A), by the Japanese Study Team (hereinafter referred to as the TEAM)
 - b) Field Survey by the TEAM
 - i) soil investigation
 - soil quality investigation (including PH value)
 - water retention
 - infiltration capacity
 - ii) vegetation
 - iii) water level, water velocity and discharge in the Ismailia Canal
 - iv) survey on the unit quantity of supplied water
- 2) Decision of Fundamental Condition for Planning
 - a) Definition of Future Planned Urban Area

The future prospects of the population, industry and the land use in the Greater Cairo are forecast to define the area to be covered by the Plan.

b) Forecast of the Water-Supplied Population

The water-supplied area and population are forecast.

c) Estimation of the Planned Quantity of the Supplied-Water on the basis of:

- i) unit quantity of supplied-water per capita and per square meter
- ii) demand by district and by use and
- iii) demand fluctuation,

the planned quantity of supplied-water is estimated with regard both to domestic water and other kinds of water which may include water for garden irrigation, industry etc.

d) Water Sources Plan

- i) selection of water sources
- ii) selection of water intake sites
- iii) determination of water intake quantity

e) Determination of the Quantity of Supplied-Water

The quantity of water is determined with regard both to domestic water and other kinds of water.

f) Basic idea for Facilities Planning

3) Facilities Planning

a) Domestic Water Supply Plan

- i) water intake plan
- ii) water purification plan
- iii) water distribution plan

- b) Plan for Other Kinds Of Water
 - i) water intake plan
 - ii) water distribution plan
- c) Short-Ranged Projects
- d) Rough Cost Estimates on the Projects
 - i) on the whole project
 - ii) on the short-ranged projects (in local and foreign currencies)
- e) Execution Programme
- f) Effect of the Project
 - i) of the whole project
 - ii) of the short-ranged projects

IV. REPORTS

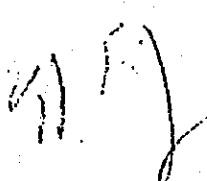
1) The draft Report

At the end of the survey in Egypt, the draft report will be submitted and explained to the GOVERNMENT by the TEAM.

The comment on this report by the GOVERNMENT will be presented to JICA in a written form.

2) The Final Report

About three (3) months after the receipt of the written comment, the final report will be prepared and submitted to the GOVERNMENT by JICA.



V. UNDERTAKINGS BY THE GOVERNMENT TO THE TEAM

For the efficient execution of the Study, the GOVERNMENT agrees to undertake the following :

- 1) To provide the available existing data and materials necessary for the Study (listed in the Annex Sheet A),
- 2) To appoint the necessary counterparts to work with the TEAM,
- 3) To make an appointment for observations to the facilities and meetings with the authorities concerned.

SEP. 28 1975

for the Government of Arab
Republic of Egypt

for Japan International Cooperation
Agency

